

6



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 19 840 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 G 4/228
H 01 G 2/06
H 01 G 4/30
H 01 G 4/12
H 01 L 23/58

②① Aktenzeichen: 100 19 840.6
②② Anmeldetag: 20. 4. 2000
④③ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

③③ Unionspriorität:
11-294908 18. 10. 1999 JP
⑦① Anmelder:
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦④ Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479
München

⑦② Erfinder:
Kuroda, Yoichi, Nagaokakyo, JP; Taniguchi,
Masaaki, Nagaokakyo, JP; Naito, Yasuyuki,
Nagaokakyo, JP; Hori, Haruo, Nagaokakyo, JP;
Kondo, Takanori, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥④ Mehrschichtkondensator, Verdrahtungsplatine und Hochfrequenzschaltung

⑤⑦ Ein Mehrschichtenkondensator umfaßt erste und zweite Seitenoberflächenanschlußelektroden, die auf vier Seitenoberflächen eines Kondensatorkörpers abwechselnd angeordnet sind. Erste und zweite Hauptoberflächenanschlußelektroden sind auf einer Hauptoberfläche des Kondensatorkörpers angeordnet. Erste und zweite innere Elektorden, die innerhalb des Kondensatorkörpers einander gegenüberliegen, sind an deren Enden jeweils mit den ersten bzw. zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden elektrisch verbunden, während dieselben ferner durch Durchkontaktierungslochleiter mit den ersten bzw. zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden elektrisch verbunden sind. Mit dieser Anordnung werden die Richtungen der Ströme, die innerhalb des Mehrschichtkondensators fließen, verschiedenartig eingestellt, und die Längen der stromführenden Wege werden verkürzt, um einen sehr niedrigen ESL-Wert zu erzielen.

DE 100 19 840 A 1

DE 100 19 840 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Mehrschichtkondensator, eine Verdrahtungsplatine und eine Hochfrequenzschaltung und insbesondere auf einen Mehrschichtkondensator, der bei einer Hochfrequenzschaltung verwendbar ist, und eine Verdrahtungsplatine und eine Hochfrequenzschaltung, die beide den Mehrschichtkondensator umfassen.

Der gebräuchlichste Mehrschichtkondensator, der herkömmlicherweise verfügbar ist, ist beispielsweise aus einem dielektrischen Keramikmaterial aufgebaut und umfaßt eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten, die mit einer dazwischenangeordneten inneren Elektrode laminiert sind. Um eine Mehrzahl von Kondensatoren aufzubauen, werden eine Mehrzahl von Paaren von ersten und zweiten inneren Elektroden abwechselnd laminiert, wobei in der Richtung der Laminierung spezielle dielektrische Schichten zwischen denselben angeordnet sind. Ein Kondensatorkörper ist auf diese Weise aufgebaut.

Erste und zweite äußere Anschlußelektroden sind auf einer ersten bzw. zweiten Endoberfläche des Kondensatorkörpers angeordnet. Die erste innere Elektrode weist eine Anschlußleitung auf, die sich zu der ersten Endoberfläche des Kondensatorkörpers erstreckt, wobei die Anschlußleitung mit der ersten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden ist. Die zweite innere Elektrode weist eine Anschlußleitung auf, die sich zu der zweiten Endoberfläche erstreckt, wobei die Anschlußleitung mit der zweiten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden ist.

Bei dem Mehrschichtkondensator fließt ein Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der ersten äußeren Anschlußelektrode. Insbesondere fließt der Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der zweiten inneren Elektrode und fließt von der zweiten inneren Elektrode über eine dielektrische Schicht zu der ersten inneren Elektrode und erreicht schließlich über die erste innere Elektrode die erste äußere Anschlußelektrode.

Die Ersatzschaltung des Kondensators ist eine Reihenschaltung von C, L und R, wobei C die Kapazität des Kondensators, L eine Äquivalenzreiheninduktivität (ESL; ESL = Equivalent Series Inductance), und R einen Äquivalenzreihenwiderstandswert (ESR; ESR = Equivalent Series Resistance) darstellt, der hauptsächlich aus dem Widerstandswert der Elektroden besteht.

Die Ersatzschaltung des Kondensators weist eine Resonanzfrequenz von $f_0 = 1/(2\pi(LC)^{1/2})$ auf und kann in einem Frequenzbereich oberhalb der Resonanzfrequenz nicht als ein Kondensator wirken. Mit anderen Worten ausgedrückt, wird die Resonanzfrequenz f_0 umso höher, je kleiner die Induktivität L, nämlich ESL, wird, wobei der Kondensator dementsprechend bei einer höheren Frequenz arbeiten kann. Obwohl das Herstellen der inneren Elektrode aus Kupfer in Betracht gezogen wurde, um den Wert von ESR zu reduzieren, ist ein Kondensator mit einem kleinen ESL-Wert erforderlich, falls derselbe für eine Verwendung in einem Mikrowellenbereich vorgesehen ist.

Von einem Kondensator, der als ein Entkopplungskondensator verwendet wird, der mit einer Leistungsversorgungsschaltung verbunden ist, die Leistung zu einem Mikroverarbeitungseinheit-Chip (MPU-Chip) für eine Verwendung bei einer Arbeitsstation oder einem Personalcomputer zuführt, wird ebenfalls ein niedriger ESL-Wert verlangt.

Fig. 19 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Konfiguration der oben erwähnten MPU 31 und einer Leistungsversorgung 32 zeigt.

In Fig. 19 umfaßt die MPU 31 einen MPU-Chip 33 und einen Speicher 34. Die Leistungsversorgung 32 liefert Lei-

stung zu dem MPU-Chip 33. Ein Entkopplungskondensator 35 ist entlang der Leistungsleitung angeschlossen, die sich von der Leistungsversorgung 32 zu dem MPU-Chip 33 erstreckt. Signalleitungen erstrecken sich zwischen dem MPU-Chip 33 und dem Speicher 34.

Der Entkopplungskondensator 35, der der MPU 31 zugeordnet ist, wird entsprechend einem gewöhnlichen Entkopplungskondensator verwendet, um Rauschen zu absorbieren und Schwankungen der Leistungsversorgungsspannung zu glätten. Der MPU-Chip 33 weist eine Betriebsfrequenz von 500 MHz oder mehr auf, wobei sich gegenwärtig einige Chips in der Entwicklung befinden, die eine Betriebsfrequenz von 1 GHz erreichen. Bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen, die mit einem solchen MPU-Chip 33 Schritt halten, wird von dem Kondensator eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion verlangt. Wenn die Leistung sofort benötigt wird, beispielsweise bei einem Hochfahren, liefert die schnelle Leistungsversorgungsfunktion die Leistung innerhalb weniger Nanosekunden aus einer Elektrizität, die in einem Kondensator gespeichert ist.

Die MPU 31 erfordert daher einen Entkopplungskondensator 35, der eine Induktivität aufweist, die so klein wie möglich ist, beispielsweise 10 pH oder eine geringere Induktivität. Daher ist ein Kondensator mit einer niedrigen Induktivität erforderlich, um als der Entkopplungskondensator zu wirken.

Ein MPU-Chip 33, der eine Betriebstaktfrequenz von 450 MHz aufweist, wird nun beispielsweise mit 1,8 Volt bis 2,0 Volt Gleichspannung versorgt, wobei sein Leistungsverbrauch 23 W beträgt, d. h., daß ein Strom von 12 A gezogen wird. Um den Leistungsverbrauch zu reduzieren, wird die MPU 31 eingestellt, um in einem Schlafmodus mit einem Leistungsverbrauch von 1 W zu arbeiten, wenn sich dieselbe nicht in Gebrauch befindet. Wenn die MPU 31 von dem Schlafmodus in einen aktiven Modus gebracht wird, ist es erforderlich, daß der MPU-Chip 33 mit einer Leistung versorgt wird, die ausreichend ist, um den aktiven Modus innerhalb weniger Takte zu starten. Bei der Betriebstaktfrequenz von 450 MHz muß die Leistung innerhalb von 4 bis 7 Nanosekunden geliefert werden, wenn die MPU 31 von dem Schlafmodus in den aktiven Modus gebracht wird.

Da die Leistungszufuhr von der Leistungsversorgung 32 nicht schnell genug ist, wird zuerst die Ladung, die in dem Entkopplungskondensator 35 in der Nähe des MPU-Chips 33 gespeichert ist, entladen, um Leistung zu dem MPU-Chip 33 zu zuführen, bis die Leistungszufuhr von der Leistungsversorgung 32 beginnt.

Bei einer Betriebstaktfrequenz von 1 GHz muß der ESL-Wert des Entkopplungskondensators 35 in der Nähe des MPU-Chips 33 10 pH oder weniger betragen, damit der Entkopplungskondensator 35 auf die oben beschriebene Art und Weise wirken kann.

Der ESL-Wert von typischen Mehrschichtkondensatoren reicht von 500 pH bis 800 pH, was weit von dem oben erwähnten Wert von 10 pH entfernt ist. Bei dem Mehrschichtkondensator wird eine solche Induktivitätskomponente erzeugt, da ein magnetischer Fluß, dessen Richtung durch einen Strom, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, bestimmt wird, erzeugt wird, und aufgrund des magnetischen Flusses eine Selbstinduktivität erzeugt wird.

Strukturen von Mehrschichtkondensatoren, die einen niedrigen ESL-Wert erzielen können, sind in dem U.S.-Patent 5,880,925, der japanischen ungeprüften Patentanmeldung 2-159008, der japanischen ungeprüften Patentanmeldung 11-144996 und der japanischen ungeprüften Patentanmeldung 7-201651 vorgeschlagen worden.

Das oben offenbarte Verfahren zum Erzielen eines niedrigen ESL-Wertes basiert hauptsächlich auf dem Unterdrück-

ken bzw. Ausgleichen von magnetischen Flüssen, die bei dem Mehrschichtkondensator induziert werden. Um magnetische Flüsse auszugleichen, wird die Richtung eines Stromes, der in dem Mehrschichtkondensator fließt, verschiedenartig eingestellt. Um die Richtung des Stromes verschiedenartig einzustellen, wird die Anzahl von Anschlußelektroden, die auf der äußeren Oberfläche des Kondensatorkörpers angeordnet sind, erhöht, so daß die Anzahl von Anschlußleitungen der inneren Elektroden, die mit den entsprechenden äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbunden sind, erhöht wird. Gleichzeitig sind die Anschlußleitungen der inneren Elektroden in mehrere verschiedene Richtungen ausgerichtet.

Die Wirksamkeit des vorgeschlagenen Verfahrens zum Erzielen eines niedrigen ESL-Wertes bei dem Mehrschichtkondensator reicht nicht aus.

Die US 5,880,925 und die japanische ungeprüfte Patentanmeldung 2-159008 offenbaren beispielsweise eine Struktur, bei der sich die Anschlußleitungen von inneren Elektroden zu gegenüberliegenden Seiten eines Kondensatorkörpers erstrecken. Man schätzt, daß eine solche Struktur einen geringen ESL-Wert von etwa 100 pH erzielt.

Die japanische ungeprüfte Patentanmeldung 11-144996 offenbart eine Struktur, bei der sich die Anschlußleitungen von inneren Elektroden zu vier Seiten eines Kondensatorkörpers erstrecken, und zeigt, daß der beste ESL-Wert 40 pH beträgt.

Das japanische ungeprüfte Patentanmeldung 7-201651 offenbart eine Struktur, bei der sich die Anschlußleitungen der inneren Elektroden zu der oberen und unteren Hauptoberfläche eines Kondensatorkörpers erstrecken, und zeigt, daß der beste ESL-Wert 50 pH beträgt.

Aus diesem Grund muß eine Mehrzahl von parallel geschalteten Mehrschichtkondensatoren herkömmlicherweise auf einer Verdrahtungsplatine angebracht werden, um bei einer Hochfrequenzschaltung, die einen Mehrschichtkondensator für einen MPU-Chip aufweist (einschließlich einer Leistungsverorgungsleitung) einen ESL-Wert zu erzielen, der 10 pH klein ist. Folglich nimmt die Befestigungsfläche zu, die für die Mehrzahl von Mehrschichtkondensatoren erforderlich ist, was das Erreichen eines kompakten Designs eines Elektronik-Bauelements, das in einer Hochfrequenzschaltung umfaßt ist, verhindert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Mehrschichtkondensator zu schaffen, bei dem ein niedrigerer ESL-Wert erzielt werden kann, so daß derselbe für sehr schnelle Anwendungen einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 20 gelöst.

Um die im vorhergehenden beschriebenen Probleme zu überwinden, stellen bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen verbesserten Mehrschichtkondensator, der einen sehr niedrigen ESL-Wert erzielt, sowie eine Verdrahtungsplatine und eine Hochfrequenzschaltung bereit, die beide den Mehrschichtkondensator, der einen sehr niedrigen ESL-Wert erzielt, aufweisen.

Ein Mehrschichtkondensator eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung umfaßt einen Kondensatorkörper mit zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen und vier Seitenoberflächen, die die zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen miteinander verbinden. Der Kondensatorkörper umfaßt eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten, die sich parallel zu den Hauptoberflächen erstrecken, und zumindest ein Paar von ersten und zweiten inneren Elektroden, die einander gegenüberliegen, wobei zwischen denselben eine spezielle dielektrische Schicht angeordnet ist, um eine Kondensatoreinheit zu definieren.

Der Mehrschichtkondensator der vorliegenden Erfindung

ist aufgebaut, um die Probleme bei herkömmlichen Bauelementen zu überwinden. Genauer gesagt, sind eine erste Seitenoberflächenanschlußelektrode und eine zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode auf zumindest einer der Seitenoberflächen des Kondensatorkörpers vorgesehen, während zumindest eine Hauptoberflächenanschlußelektrode auf zumindest einer der Hauptoberflächen des Kondensatorkörpers vorgesehen ist.

Der erste Seitenoberflächenanschluß und der zweite Seitenoberflächenanschluß sind mit der ersten inneren Elektrode bzw. der zweiten inneren Elektrode elektrisch verbunden, wobei entweder die erste innere Elektrode oder die zweite innere Elektrode durch einen Durchkontaktierungslochleiter, der die dielektrische Schicht durchdringt, mit der Hauptoberflächenanschlußelektrode elektrisch verbunden ist.

Die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode sind vorzugsweise auf jeder von zwei seitlichen Oberflächen vorgesehen, und sind bevorzugter auf jeder der vier seitlichen Oberflächen vorgesehen.

Die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode sind vorzugsweise benachbart zueinander auf jeder Seitenoberfläche angeordnet, und sind besonders bevorzugt entlang jeder der vier Seitenoberflächen benachbart zueinander angeordnet.

Die Hauptoberflächenanschlußelektrode kann auf einer der zwei Hauptoberflächen oder auf jeder der zwei Hauptoberflächen vorgesehen sein.

Der Durchkontaktierungslochleiter weist einen Abschnitt auf, der die innere Elektrode auf eine solche Art und Weise durchdringt, daß der Durchkontaktierungslochleiter von der inneren Elektrode, die nicht mit demselben verbunden ist, elektrisch isoliert verbleibt. Diese Anordnung ist implementiert, wenn eine Mehrzahl von inneren Elektroden, d. h. die ersten und zweiten inneren Elektroden, umfaßt sind.

Die Hauptoberflächenanschlußelektroden umfassen vorzugsweise eine erste Hauptoberflächenanschlußelektrode und eine zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode, die mit der ersten inneren Elektrode bzw. der zweiten inneren Elektrode elektrisch verbunden sind. In diesem Fall können die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode und die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode auf lediglich einer der zwei Hauptoberflächen oder auf jeder der zwei Hauptoberflächen vorgesehen sein. Bei jeder Hauptoberfläche ist vorzugsweise die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode diejenige, die am nächsten zu der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode angeordnet ist, und die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode vorzugsweise diejenige, die am nächsten zu der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode angeordnet ist.

Wenn die erste und zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode angeordnet sind, kann die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode auf einer Hauptoberfläche vorgesehen sein, während die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode auf der anderen Hauptoberfläche vorgesehen sein kann.

Die Durchkontaktierungslochleiter umfassen vorzugsweise einen ersten Durchkontaktierungslochleiter, der die erste innere Elektrode mit der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode derart elektrisch verbindet, daß das erste Durchkontaktierungsloch von der zweiten inneren Elektrode elektrisch isoliert verbleibt, und einen zweiten Durchkontaktierungslochleiter, der die zweite innere Elektrode mit der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode derart elektrisch verbindet, daß das zweite Durchkontaktierungsloch von der ersten inneren Elektrode elektrisch isoliert verbleibt.

Die Seitenoberflächenanschlüsselektroden können eine Elektrode umfassen, die über zwei benachbarte Seitenoberflächen gespreizt ist.

Die Hauptoberfläche des Kondensatorkörpers von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise allgemein quadratisch.

Der Mehrschichtkondensator von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist als ein Entkopplungskondensator nützlich, der mit einer elektrischen Schaltung eines Mikroverarbeitungseinheitschips in einer Mikroverarbeitungseinheit verbunden ist.

Darüberhinaus kann ein Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung in einer Verdrahtungsplatine umfaßt und an derselben angebracht sein. Ein Mikroverarbeitungseinheit-Chip kann auf einer Verdrahtungsplatine dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung angebracht sein.

Die Hauptoberflächenanschlüsselektrode auf dem Mehrschichtkondensator ist vorzugsweise mit der Verdrahtungsplatine unter Verwendung einer Höckerverbindungslektrode verbunden. Die Seitenoberflächenanschlüsselektrode des Mehrschichtkondensators kann mit der Verdrahtungsplatine verbunden sein.

Ferner kann ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Hochfrequenzschaltung sein, die den Mehrschichtkondensator von verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung umfaßt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht, die das äußere Erscheinungsbild des Mehrschichtkondensators von Fig. 1 zeigt;

Fig. 3A und Fig. 3B Schnittansichten, die den inneren Aufbau des Mehrschichtkondensators von Fig. 1 zeigen, wobei Fig. 3A einen Querschnitt zeigt, entlang dessen sich eine erste innere Elektrode erstreckt, und Fig. 3B einen Querschnitt zeigt, entlang dessen sich eine zweite innere Elektrode erstreckt;

Fig. 4 eine Querschnittansicht des Mehrschichtkondensators von Fig. 1 entlang der Linien IV-IV in den Fig. 3A und 3B;

Fig. 5 eine Querschnittansicht eines Mehrschichtkondensators eines zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, die derjenigen von Fig. 4 entspricht;

Fig. 6 eine Querschnittansicht eines Mehrschichtkondensators eines dritten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, die derjenigen von Fig. 4 entspricht;

Fig. 7 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator als ein erstes Vergleichsbeispiel im Vergleich zu dem Mehrschichtkondensator, der in Fig. 1 gezeigt ist, zeigt;

Fig. 8 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator als ein zweites Vergleichsbeispiel im Vergleich zu dem Mehrschichtkondensator, der in Fig. 1 gezeigt ist, zeigt;

Fig. 9 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines vierten bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung zeigt;

Fig. 10 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines fünften bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 11 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines sechsten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 12 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines siebten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 13 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines achten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 14 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines neunten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 15 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines zehnten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 16 eine Draufsicht, die schematisch einen Mehrschichtkondensator eines elften bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 17 eine Querschnittansicht, die schematisch den Aufbau einer Mikroprozessoreinheit zeigt, die einen Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufweist, wobei derselbe einen Entkopplungskondensator definiert;

Fig. 18 eine Querschnittansicht, die schematisch den Aufbau einer Mikroprozessoreinheit zeigt, die einen Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufweist, wobei derselbe einen Entkopplungskondensator definiert, wobei die Mikroverarbeitungseinheit einen Aufbau umfaßt, der sich von demjenigen der Mikroverarbeitungseinheit, die in Fig. 17 gezeigt ist, unterscheidet; und

Fig. 19 ein Blockdiagramm, das schematisch die Konfiguration einer Mikroprozessoreinheit und einer Leistungsverorgung zeigt, die sich auf die vorliegende Erfindung bezieht.

Fig. 1 bis Fig. 4 zeigen einen Mehrschichtkondensator 1 gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 1 ist eine Draufsicht, die schematisch das Layout von Anschlüsselektroden des Mehrschichtkondensators 1 zeigt. Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die das äußere Erscheinungsbild des Mehrschichtkondensators 1 zeigt. Fig. 3A und 3B sind Schnittansichten, die den inneren Aufbau des Mehrschichtkondensators 1 zeigen, wobei unterschiedliche Querschnitte desselben dargestellt sind. Fig. 4 ist eine Querschnittansicht des Mehrschichtkondensators 1 entlang der Linien IV-IV in den Fig. 3A und 3B.

Der Mehrschichtkondensator 1 umfaßt einen Kondensatorkörper 8, der zwei gegenüberliegende Hauptoberflächen 2 und 3 und vier Seitenoberflächen 4, 5, 6 und 7 aufweist, die die Hauptoberflächen 2 und 3 miteinander verbinden. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Hauptoberflächen 2 und 3 vorzugsweise im wesentlichen quadratisch.

Der Kondensatorkörper 8 umfaßt eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten 9, die beispielsweise aus einem keramischen Dielektrikum hergestellt sind und sich parallel zu den Hauptoberflächen 2 und 3 erstrecken, und eine Mehrzahl von Paaren einer ersten inneren Elektrode 10 und einer zweiten inneren Elektrode 11, die einander gegenüberliegen, wobei eine spezielle dielektrische Schicht 9 zwischen denselben angeordnet ist, um eine Kondensatoreinheit zu definieren. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die erste und zweite innere Elektrode 10 und 11 Formen auf, die vorzugsweise im wesentlichen zueinander identisch sind, wobei dieselben jedoch angeordnet sind, um relativ zueinander um etwa 90 Grad gedreht zu sein. Für die Struktur von inneren Elektroden wird vorzugsweise eine einzelne Typstruktur verwendet, wodurch die Herstellung des Kon-

densators vereinfacht wird.

Bei dieser Beschreibung bezieht sich der Ausdruck "Kondensatoreinheit" auf eine minimale Einheit, die eine Kapazität mit einem Paar von inneren Elektroden erzeugt.

Eine Mehrzahl von ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und 13 erstrecken sich in der Form von Streifen entlang den Seitenoberflächen 4 bis 7 des Kondensatorkörpers 8, wobei sich dieselben weiter erstrecken, um die Hauptoberflächen 2 und 3 teilweise zu bedecken.

Genauer gesagt, sind auf jeder der Seitenoberflächen 4 bis 7 vorzugsweise insgesamt drei Seitenoberflächenanschlußelektroden vorgesehen. Die ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden und die zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 13 sind entlang der vier Seitenoberflächen 4 bis 7 abwechselnd angeordnet, wobei sich eine erste Seitenoberflächenanschlußelektrode 12 benachbart zu einer zweiten Seitenoberflächenanschlußelektrode 13 befindet.

Eine Mehrzahl von ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und 15 ist vorzugsweise in der Form von im wesentlichen kreisförmigen Baugliedern auf einer Hauptoberfläche 2 des Kondensatorkörpers 8 vorgesehen.

Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die zwei ersten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und die zwei zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 15 auf der Hauptoberfläche 2 vorzugsweise derart vorgesehen, daß die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode 15 diejenige ist, die am nächsten zu der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 angeordnet ist, und derart, daß die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 diejenige ist, die am nächsten zu der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode 15 angeordnet ist.

Fig. 3A zeigt einen Querschnitt, entlang dessen sich die erste innere Elektrode 10 erstreckt, deren Fig. 3B einen Querschnitt zeigt, entlang dessen sich die zweite innere Elektrode 11 erstreckt.

In Fig. 3A und Fig. 4 erstreckt sich die innere Elektrode 10 auf jede der vier Seitenoberflächen 4 bis 7, wobei dieselbe an ihren Enden mit den ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 elektrisch verbunden ist.

In Fig. 3B und Fig. 4 erstreckt sich die zweite innere Elektrode 11 auf jede der vier Seitenoberflächen 4 bis 7, wobei dieselbe an ihrem Ende mit den zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 13 elektrisch verbunden ist.

Erste Durchkontaktierungslochleiter 16, die spezielle dielektrische Schichten 9 durchdringen, sind innerhalb des Kondensatorkörpers 8 angeordnet, um die ersten inneren Elektroden 10 mit den ersten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 elektrisch zu verbinden. Zwei der Durchkontaktierungslochleiter 17, die spezielle dielektrischen Schichten 9 durchdringen, sind innerhalb des Kondensatorkörpers 8 angeordnet, um die zweiten inneren Elektroden 11 mit den zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 15 elektrisch zu verbinden.

Um bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine große Kapazität zu erzeugen, sind in der Richtung der Laminierung der dielektrischen Schichten 9 eine Mehrzahl von ersten inneren Elektroden 10 und von zweiten inneren Elektroden 11 abwechselnd angeordnet, wobei sich eine Mehrzahl von Paaren von gegenüberliegenden Abschnitten der jeweiligen Elektroden gegenüberliegen, wodurch eine Mehrzahl von Kondensatoreinheiten definiert sind. Die Mehrzahl von Kondensatoreinheiten sind durch die ersten und zweiten Durchkontaktierungslochleiter 16 und 17 parallel geschaltet.

Bei dieser Anordnung durchdringt der erste Durchkontaktierungslochleiter 16 die zweiten inneren Elektroden 11 und erstreckt sich durch dieselben, wobei derselbe die Mehrzahl von ersten inneren Elektroden 10 elektrisch verbindet. Der

zweite Durchkontaktierungslochleiter 17 durchdringt die ersten inneren Elektroden 10 und erstreckt sich durch dieselben, wobei derselbe die Mehrzahl von zweiten inneren Elektroden 11 elektrisch verbindet.

Die zweite innere Elektrode 11 weist um den ersten Durchkontaktierungslochleiter 16 einen Zwischenraum 18 auf, durch den der erste Durchkontaktierungslochleiter 16 von der zweiten inneren Elektrode 11 elektrisch isoliert ist. Die erste innere Elektrode 10 weist um den zweiten Durchkontaktierungslochleiter 17 einen Zwischenraum 19 auf, durch den der zweite Durchkontaktierungslochleiter 17 von der ersten inneren Elektrode 10 elektrisch isoliert ist.

Fig. 1 zeigt das Layout der Anschlußelektroden 12 bis 15 des Mehrschichtkondensators 1, der auf diese Weise aufgebaut ist. In Fig. 1 sind die Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und 13 derart gezeigt, daß dieselben eine im wesentlichen rechteckige Form aufweisen, wobei dieselben jedoch auch andere Formen aufweisen können. Die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode 12 ist in schwarz gezeigt, damit die ersten Seitenoberflächenanschlußelektrode 12 von der zweiten Seitenoberflächenanschlußelektrode 13 zu unterscheiden ist. Die ersten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und die zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 15 sind derart gezeigt, daß dieselben eine im wesentlichen kreisförmige Form aufweisen, aber dieselben können andere Formen aufweisen. Die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 ist in schwarz gezeigt, damit die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 von der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode 15 zu unterscheiden ist.

In Fig. 1 sind typische Ströme, die bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Mehrschichtkondensators fließen, durch Pfeile gezeigt.

In Fig. 1 fließen in dem Kondensatorkörper 8 des Mehrschichtkondensators 1 in dem ungefähren Mittelabschnitt der Hauptoberfläche 2 und in der Nähe der Seitenoberflächen 4 bis 7 Ströme in einer Vielzahl von Richtungen. Magnetische Flüsse, die durch diese Ströme erzeugt werden, werden effizient unterdrückt bzw. ausgeglichen, wodurch die Erzeugung der magnetischen Flüsse folglich gesteuert wird. Die Länge des Strom-führenden Weges wird entsprechend verkürzt. Folglich wird der ESL-Wert des Mehrschichtkondensators 1 sehr reduziert, um einen sehr niedrigen Wert aufzuweisen.

Da die Hauptoberflächen 2 und 3 des Kondensatorkörpers 8 des Mehrschichtkondensators 1 allgemein quadratisch sind, werden die ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und 13 und die Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und 15 einfach in einem ausgeglichenen Layout angeordnet, um die Wirkung des Unterdrückens des magnetischen Flusses, verglichen zu einem Kondensatorkörper mit einer rechteckigen Form, zu erhöhen. Dies verringert den ESL-Wert weiter.

Fig. 5 zeigt ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei dieselbe der Fig. 4 entspricht, die das erste bevorzugte Ausführungsbeispiel zeigt.

In Fig. 5 sind Elemente, die zu denjenigen identisch sind, die bezugnehmend auf Fig. 4 beschrieben wurden, mit den gleichen Bezugszeichen angezeigt, wobei die Beschreibung dieser gemeinsamen Elemente hier nicht wiederholt wird.

Bei einem Mehrschichtkondensator 1a, der in Fig. 5 gezeigt ist, ist eine erste Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 auf einer Hauptoberfläche 2 angeordnet, während eine zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode 15 auf der anderen Hauptoberfläche 3 angeordnet ist.

Fig. 6 zeigt ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei dieselbe Fig. 4 entspricht, die das erste bevorzugte Ausführungsbeispiel zeigt. In Fig. 6 sind Elemente, die identisch zu denjenigen sind,

die in Fig. 4 beschrieben wurden, mit den gleichen Bezugszeichen angegeben, wobei die Beschreibung der gemeinsamen Elemente hier nicht wiederholt wird.

Bei einem Mehrschichtkondensator 1b, der in Fig. 6 gezeigt ist, sind eine erste Hauptoberflächenanschlußelektrode 14 und eine zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode 15 auf jeder der zweiten Hauptoberflächen 2 und 3 vorgesehen.

Bei dem Mehrschichtkondensator 1a, der in Fig. 5 gezeigt ist, und dem Mehrschichtkondensator 1b, der in Fig. 6 gezeigt ist, kann das Layout der Anschlußelektroden 12 bis 15 ferner wie das Layout des Mehrschichtkondensators 1, der in Fig. 1 gezeigt ist, gezeigt werden.

Bei dem Mehrschichtkondensator 1, der in den Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigt ist, sind die Richtungen der Ströme, die durch die ersten und zweiten Durchkontaktierungslochleiter 16 und 17 fließen, in dem Querschnitt, der in Fig. 4 gezeigt ist, entgegengerichtet. Bei dem Mehrschichtkondensator 1a, der in Fig. 5 gezeigt ist, und dem Mehrschichtkondensator 1b, der in Fig. 6 gezeigt ist, sind die Richtungen der Ströme, die durch die ersten und zweiten Durchkontaktierungslochleiter 16 und 17 fließen, die gleichen. Folglich übertrifft der Mehrschichtkondensator 1, der in Fig. 1 gezeigt ist, die Mehrschichtkondensatoren 1a und 1b bzgl. der Reduzierung des ESL-Werts.

Um die Wirksamkeit des Mehrschichtkondensators 1, der in Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigt ist, bezüglich der Reduzierung des ESL-Werts zu verifizieren, sind als ein Vergleichsbeispiel 1, das in Fig. 7 gezeigt ist, ein Mehrschichtkondensator 20 und als ein Vergleichsbeispiel 2, das in Fig. 8 gezeigt ist, ein Mehrschichtkondensator 21 vorbereitet. Fig. 7 und Fig. 8 zeigen den Mehrschichtkondensator 20 bzw. den Mehrschichtkondensator 21 auf die gleiche Art und Weise, wie Fig. 1 den Mehrschichtkondensator 1 zeigt. Zur Vereinfachung eines Vergleichs werden gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen angegeben.

Der Mehrschichtkondensator 1, der in Fig. 1 gezeigt ist, umfaßt vorzugsweise insgesamt 16 Anschlußelektroden 12 bis 15, die die sechs ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12, die sechs zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 13, die zwei ersten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und die zwei zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 15 umfassen. Bei den Mehrschichtkondensatoren 20 und 21, die in Fig. 7 bzw. Fig. 8 gezeigt sind, sind ebenfalls 16 Elektroden 12 bis 15 vorgesehen.

Genauer gesagt, weist der Mehrschichtkondensator 20, der in Fig. 7 gezeigt ist, insgesamt 16 Elektroden auf, nämlich acht erste Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und acht zweite Seitenoberflächenanschlußelektroden 13. Der Mehrschichtkondensator 21, der in Fig. 8 gezeigt ist, weist insgesamt 16 Elektroden auf, nämlich acht erste Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und acht zweite Hauptoberflächenanschlußelektroden 15.

Die Mehrschichtkondensatoren 1, 20 und 21 weisen Kondensatorkörper 8 auf, die bzgl. Form und Abmessungen identisch sind. Die Abmessungen der Hauptoberflächen jedes Kondensatorkörpers 8 betragen vorzugsweise beispielsweise etwa 2,5 mm mal etwa 2,5 mm.

Diese Mehrschichtkondensatoren umfassen übereinstimmend eine Gesamtanzahl von 16 Elektroden und einen Kondensatorkörper 8 mit identischer Form und identischen Abmessungen. Die Frequenzcharakteristika der Mehrschichtkondensatoren 1, 20 und 21 werden unter Verwendung eines Netzwerkanalysators gemessen, um die ESL-Werte aus Eigenresonanzfrequenzen zu bestimmen. Der Mehrschichtkondensator 1, der in Fig. 1 gezeigt ist, erzielt einen ESL-Wert von 12 pH, der Mehrschichtkondensator 20, der in Fig. 7 gezeigt ist, weist einen ESL-Wert von 16 pH auf, und der Mehrschichtkondensator 21, der in Fig. 8 gezeigt ist, weist

einen ESL-Wert von 24 pH auf.

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich, daß bei gegebener gleicher Gesamtanzahl von Elektroden 12 bis 15 das Bilden der ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und 13 und der ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und 15, verglichen zum Bilden von lediglich den ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und 13 oder verglichen zum Bilden von lediglich ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und 15 einen niedrigeren ESL-Wert ergibt.

Wenn die Anschlußelektroden gleichzeitig auf den Seitenoberflächen und den Hauptoberflächen vorgesehen sind, ist eine Wechselwirkung effizient wirksam, um die Erzeugung von magnetischen Flüssen zu steuern, wodurch ein Kondensator mit einem sehr niedrigen ESL-Wert geliefert wird, der durch ein Anordnen der Elektroden lediglich auf den Seitenoberflächen oder lediglich auf den Hauptoberflächen nicht erzielbar ist.

Fig. 9 bis Fig. 16 zeigen weitere bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung. Diese Figuren zeigen die jeweiligen bevorzugten Ausführungsbeispiele auf eine Art und Weise, die gleichartig zu derjenigen von Fig. 1 ist. In den Fig. 9 bis Fig. 16 sind Elemente, die identisch zu denjenigen sind, die bezugnehmend auf Fig. 1 beschrieben sind, mit den gleichen Bezugszeichen angegeben, wobei die Beschreibung der gemeinsamen Elemente hier nicht wiederholt wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 22, der in Fig. 9 gezeigt ist, sind zwei der ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 bzw. zwei der Seitenoberflächenanschlußelektroden 13 über zwei benachbarte Seitenoberflächen gespreizt, d. h. über die benachbarten Seitenoberflächen 4 und 5, 5 und 6, 6 und 7 sowie 7 und 4.

Der Mehrschichtkondensator 22, der in Fig. 9 gezeigt ist, erzielt einen sogar noch geringeren ESL-Wert als der Mehrschichtkondensator 1, der in Fig. 1 gezeigt ist. Genauer gesagt, ergibt sich ein ESL-Wert von 8 pH, wenn der Mehrschichtkondensator 22, bei dem der Kondensatorkörper 8 identisch zu denjenigen der vorhergehenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen ist, getestet wird.

Falls die ersten Hauptoberflächenanschlußelektroden 14 und die zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden 15 auf jeder der zwei Hauptoberflächen 2 und 3 vorgesehen sind, wie es in Fig. 6 gezeigt ist, steigt bei dem Mehrschichtkondensator 22, der in Fig. 9 gezeigt ist, der ESL-Wert leicht an und ergibt einen ESL-Wert von 12 pH.

Ein Mehrschichtkondensator 23, der in Fig. 10 gezeigt ist, ein Mehrschichtkondensator 24, der in Fig. 11 gezeigt ist, ein Mehrschichtkondensator 25, der in Fig. 12 gezeigt ist, ein Mehrschichtkondensator 26, der in Fig. 13 gezeigt ist, und ein Mehrschichtkondensator 27, der in Fig. 14 gezeigt ist, umfassen alle einen Kondensatorkörper 8, der im wesentlichen rechteckige Hauptoberflächen 2 und 3 aufweist.

Die Mehrschichtkondensatoren 23 bis 25 umfassen zwei erste Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und zwei zweite Seitenoberflächenanschlußelektroden 13, die auf lediglich einer Seitenoberfläche 4 angeordnet sind, die die längeren Seiten der Hauptoberflächen 2 und 3 miteinander verbindet. Die Mehrschichtkondensatoren 26 und 27 umfassen zwei erste Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und zwei zweite Seitenoberflächenanschlußelektroden 13, die auf einer Seitenoberfläche 4 angeordnet sind, die die längeren Seiten der Hauptoberflächen 2 und 3 miteinander verbindet, und ferner zwei erste Seitenoberflächenanschlußelektroden 12 und zwei zweite Seitenoberflächenanschlußelektroden 13, die auf der anderen Seitenoberfläche 6 angeordnet sind, die der Seitenoberfläche 4 gegenüberliegt.

Die Mehrschichtkondensatoren 23 und 26 weisen jeweils

eine einzige Hauptoberflächenanschlusselektrode 15 auf, während die Mehrschichtkondensatoren 24 und 27 jeweils insgesamt drei erste und zweite Hauptoberflächenanschlusselektroden 14 und 15 aufweisen, und der Mehrschichtkondensator 25 insgesamt sechs erste und zweite Hauptoberflächenanschlusselektroden 14 und 15 aufweist.

Die ESL-Werte der Mehrschichtkondensatoren 23 bis 27, bei denen die Hauptoberflächen Abmessungen von beispielsweise etwa 3,2 mm mal etwa 1,6 mm aufweisen, sind wie folgt bestimmt.

Der Mehrschichtkondensator 23 weist einen ESL-Wert von 152 pH auf, der Mehrschichtkondensator 24 weist einen ESL-Wert von 84 pH auf, und der Mehrschichtkondensator 25 weist einen ESL-Wert von 67 pH auf. Je größer die Anzahl von ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlusselektroden 14 und 15 ist, desto kleiner ist der ESL-Wert. Ein Mehrschichtkondensator der keine Hauptoberflächenanschlusselektroden aufweist, insbesondere der Mehrschichtkondensator 23, der keine zweiten Hauptoberflächenanschlusselektroden 15 aufweist, weist einen ESL-Wert von 212 pH auf.

Der Mehrschichtkondensator 26 weist einen ESL-Wert von 75 pH auf, während der Mehrschichtkondensator 27 einen ESL-Wert von 43 pH aufweist. Ein Mehrschichtkondensator, der keine Hauptoberflächenanschlusselektroden aufweist, insbesondere der Mehrschichtkondensator 26, der keine zweiten Hauptoberflächenanschlusselektrode 15 aufweist, weist einen ESL-Wert von 102 pH auf.

Der Vergleich des Mehrschichtkondensators 26 mit dem Mehrschichtkondensator 27 zeigt ferner, daß der ESL-Wert umso kleiner wird, je größer die Anzahl der ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlusselektroden 14 und 15 ist. Durch einen Vergleich des Mehrschichtkondensators 23 mit dem Mehrschichtkondensator 26 und des Mehrschichtkondensators 24 mit dem Mehrschichtkondensator 27 stellt sich heraus, daß das Erhöhen der Anzahl von Seitenoberflächenanschlusselektroden 12 und 13 umfassen, während die Anzahl von ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlusselektroden 12 und 13 erhöht wird, den ESL-Wertes effizient reduziert.

Ein Mehrschichtkondensator 28, der in Fig. 15 gezeigt ist, weist insgesamt 16 Seitenoberflächenanschlusselektroden 12 und 13 auf, d. h. zwei erste Seitenoberflächenanschlusselektroden 12 und zwei zweite Seitenoberflächenanschlusselektroden 13, die auf jeder der vier Seitenoberflächen 4 bis 7 vorgesehen sind.

Die Anzahl und die Positionen der ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlusselektroden 12 und 13 aus den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen werden nach Bedarf modifiziert. Gleichartig werden die Anzahl und die Anordnung der ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlusselektroden 14 und 15 nach Bedarf modifiziert.

Ein Mehrschichtkondensator 29, der in Fig. 16 gezeigt ist, weist eine minimale Anzahl von Elementen auf, die der Mehrschichtkondensator innerhalb des Schutzbereiches der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit der Seitenoberflächenanschlusselektrode und der Hauptoberflächenanschlusselektrode erfordert. Genauer gesagt sind auf der Seitenoberfläche 4 eine erste Seitenoberflächenanschlusselektrode 12 und eine zweite Seitenoberflächenanschlusselektrode 13 vorgesehen, während auf einer Hauptoberfläche 2 eine zweite Hauptoberflächenanschlusselektrode 15 vorgesehen ist.

Der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ist als der Entkopplungskondensator 35 in der MPU 31 verwendbar, die in

Fig. 19 gezeigt ist. Der Aufbau von MPUs, die den Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung als einen Entkopplungskondensator umfaßt haben, wird nun bezugnehmend auf die Fig. 17 und Fig. 18 beschrieben.

In Fig. 17 umfaßt eine MPU 36 eine Mehrschichtverdrahtungsplatine 38 mit einem Hohlraum 37 auf ihrer unteren Oberfläche auf. Ein MPU-Chip 39 ist auf der Verdrahtungsplatine 38 Oberflächenbefestigt. Ein Mehrschichtkondensator 40 gemäß einem der im vorhergehenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, der als ein Entkopplungskondensator wirkt, ist in dem Hohlraum 37 der Verdrahtungsplatine 38 untergebracht. Die Verdrahtungsplatine 38 ist auf einer Hauptplatine 41 Oberflächenbefestigt.

Wie es schematisch gezeigt ist, sind Verdrahtungsleiter, die für die MPU 36 erforderlich sind, auf der Oberfläche der Verdrahtungsplatine 38 oder innerhalb derselben vorgesehen. Durch diese Verdrahtungsleiter werden die Verbindungen, die in Fig. 10 gezeigt sind, eingerichtet.

Es werden nun typische Verbindungen erklärt. Eine heiß-seitige Leistungsversorgungselektrode 42 und eine Masse-Elektrode 43 sind innerhalb der Verdrahtungsplatine 38 vorgesehen.

Die heiß-seitige Leistungsversorgungselektrode 42 ist durch einen Durchkontaktierungslochleiter 44 mit einer speziellen Hauptoberflächenanschlusselektrode 45 und einer speziellen Seitenoberflächenanschlusselektrode 46 des Mehrschichtkondensators 40, durch einen Durchkontaktierungslochleiter 47 mit einem speziellen Anschluß 48 des MPU-Chips 39 und ferner durch einen Durchkontaktierungslochleiter 49 mit einem heiß-seitigen Leiteranschlußfläche 50 der Hauptplatine 41 elektrisch verbunden.

Die Masseelektrode 43 ist durch Durchkontaktierungslochleiter 51 mit einer speziellen Hauptoberflächenanschlusselektrode 52 und einer speziellen Seitenoberflächenanschlusselektrode 53 des Mehrschichtkondensators 40, durch einen Durchkontaktierungslochleiter 54 mit einem speziellen Anschluß 55 des MPU-Chips 39 und ferner durch einen Durchkontaktierungslochleiter 56 mit einem Masseleiteranschlußbereich 57 der Hauptplatine 41 elektrisch verbunden.

Die Hauptoberflächenanschlusselektroden 45 und 52 des Mehrschichtkondensators 40 sind mit den Durchkontaktierungslochleitern 44 bzw. 51 unter Verwendung von Höckern (Bump's) verbunden, obwohl dieselben in Fig. 17 nicht gezeigt sind.

Ein Speicher, der dem Speicher 34, der in Fig. 19 gezeigt ist, entspricht, ist in Fig. 17 nicht gezeigt.

Die MPU 58, die in Fig. 18 gezeigt ist, und die MPU 36, die in Fig. 17 gezeigt ist, weisen eine Anzahl von Elementen gemeinsam auf. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen angegeben, wobei die Erörterung bezüglich der gemeinsamen Elemente nicht wiederholt wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 40, der in der MPU 36, die in Fig. 17 gezeigt ist, umfaßt ist, sind auf die gleiche Art und Weise wie bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das in Fig. 4 gezeigt ist, alle Hauptoberflächenanschlusselektroden 45 und 52 vorzugsweise auf der einen Hauptoberfläche vorgesehen. Bei einem Mehrschichtkondensator 59, der in der MPU 58 untergebracht ist, die in Fig. 18 gezeigt ist, sind, auf dieselbe Art und Weise wie bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das in Fig. 5 gezeigt ist, die Hauptoberflächenanschlusselektroden 45 lediglich auf der einen Hauptoberfläche vorgesehen, während die Hauptoberflächenanschlusselektroden 52 auf der anderen Hauptoberfläche vorgesehen sind.

Bei dieser Anordnung sind die Hauptoberflächenan-

schlußelektroden 45 durch den Durchkontaktierungslochleiter 44 mit der heiß-seitigen Leistungsversorgungselektrode 42 elektrisch verbunden, während die Hauptoberflächenanschlußelektroden 52 direkt mit einem Masseleiteranschlußfläche der Hauptplatine 41 elektrisch verbunden sind.

Die Hauptoberflächenanschlußelektroden 45 und 52 des oben erwähnten Mehrschichtkondensators 59 sind ebenfalls unter Verwendung von Höckern verbunden, obwohl die Höcker in Fig. 18 nicht detailliert gezeigt sind.

Ein Speicher, der dem Speicher 34, der in Fig. 19 gezeigt ist, entspricht, ist in Fig. 18 nicht gezeigt.

Bei dem Mehrschichtkondensator von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind die ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden auf zumindest einer der Seitenoberflächen des Kondensatorkörpers vorgesehen, wobei die Hauptoberflächenanschlußelektroden auf zumindest einer der Hauptoberflächen des Kondensatorkörpers angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten inneren Elektroden an deren jeweiligen Enden mit den ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden elektrisch verbunden sind, die sich gegenüberliegen, wobei zwischen denselben die dielektrische Schicht angeordnet ist, wobei entweder die ersten oder die zweiten inneren Elektroden mit der Hauptoberflächenanschlußelektrode über den Durchkontaktierungslochleiter, der die dielektrische Schicht durchdringt, verbunden sind. Die Richtungen der Ströme, die innerhalb des Mehrschichtkondensators fließen, werden folglich verschiedenartig eingestellt, die magnetische Flüsse effektiv unterdrückt und die Längen von stromführenden Wegen verkürzt. Folglich ist der ESL-Wert sehr reduziert.

Die Resonanzfrequenz des Mehrschichtkondensators wird mit dieser Anordnung erhöht. Der Frequenzbereich, bei dem der Mehrschichtkondensator als ein Kondensator wirkt, liegt viel höher. Der Mehrschichtkondensator der verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung erfüllt und übersteigt zudem die Hochfrequenzanforderung, die an elektronische Schaltungen gestellt wird. Der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ist beispielsweise als ein Überbrückungskondensator oder ein Entkopplungskondensator bei einer Hochfrequenzschaltung nützlich.

Eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion wird von einem Entkopplungskondensator verlangt, falls derselbe bei einem MPU-Chip verwendet wird. Aufgrund seines niedrigen ESL-Wertes erfüllt der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung bei dieser Anwendung eine Hochgeschwindigkeitsbetriebsanforderung.

Wenn der Mehrschichtkondensator an der Verdrahtungsplatine angebracht ist, werden die Hauptoberflächenanschlußelektroden auf dem Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung günstigerweise unter Verwendung von Höckern verbunden. Höckerverbindungen tendieren dazu, breit verwendet zu werden, da die Betriebsfrequenz bei einem Halbleiterchip, wie z. B. einer MPU, zunimmt. Die Verwendung der Hauptoberflächenanschlußelektroden paßt günstigerweise zu der Höckerverbindung. Die Verwendung der Höckerverbindung erzielt ferner eine Befestigung mit hoher Dichte, und steuert die Erzeugung einer Induktivitätskomponente in der Verbindung.

Durch die Merkmale der vorliegenden Erfindung, die unten erörtert werden, verringert jedes der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung effektiv und sehr den ESL-Wert, indem das Unterdrücken von magnetischen Flüssen gefördert, und die Längen der stromführenden Wege verkürzt wird.

Verglichen zu dem herkömmlichen Aufbau von Mehrschichtkondensatoren existieren bei den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung viele strukturelle und funktionelle Unterschiede. Die Anzahl der Seitenoberflächen, die die ersten und zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden aufweisen, ist beispielsweise auf zwei und auf vier erhöht. Ebenso sind die ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden und die zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden auf jeder Seitenoberfläche abwechselnd benachbart zueinander angeordnet. Die ersten Seitenoberflächenanschlußelektroden und die zweiten Seitenoberflächenanschlußelektroden sind entlang jeder der vier Seitenoberflächen abwechselnd benachbart zueinander angeordnet, wobei ein noch niedrigerer ESL-Wert erhalten wird. Ferner sind die ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden als die Hauptoberflächenanschlußelektroden jeweils mit den ersten bzw. zweiten inneren Elektroden elektrisch verbunden. Wenn die ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden lediglich auf einer Hauptoberfläche angeordnet sind, wird der ESL-Wert sogar noch weiter reduziert. Wenn ferner die ersten und zweiten Hauptoberflächenanschlußelektroden als die Hauptoberflächenanschlußelektroden auf jeder der Hauptoberflächen vorgesehen sind, ist die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode diejenige, die am nächsten zu der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode angeordnet ist, während die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode diejenige ist, die am nächsten zu der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode angeordnet ist. Zudem sind einige der Seitenoberflächenanschlüsse über zwei benachbarte Seitenoberflächen gespreizt. Ferner ist die Hauptoberfläche des Kondensatorkörpers allgemein quadratisch.

Patentansprüche

1. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:
einem Kondensatorkörper (8) mit zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) und vier Seitenoberflächen (4, 5, 6, 7), die die zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) miteinander verbinden;
einer Mehrzahl von dielektrischen Schichten (9), die in dem Kondensatorkörper (8) angeordnet sind, um sich im wesentlichen parallel zu den Hauptoberflächen (2, 3) zu erstrecken;
zumindest einem Paar einer ersten und zweiten inneren Elektrode (10, 11), die in dem Kondensatorkörper (8) angeordnet sind und einander gegenüberliegen, wobei zwischen denselben eine der dielektrischen Schichten (9) angeordnet ist;
einer ersten Seitenoberflächenanschlußelektrode (12) und einer zweiten Seitenoberflächenanschlußelektrode (13), die auf zumindest einer der Seitenoberflächen (4, 7) des Kondensatorkörpers (8) angeordnet sind; und
zumindest einer Hauptoberflächenanschlußelektrode (14, 15) auf zumindest einer der Hauptoberflächen (2, 3) des Kondensatorkörpers (8),
wobei die erste innere Elektrode (10) und die zweite innere Elektrode (11) an jeweiligen Enden derselben mit dem ersten Seitenoberflächenanschluß (12) beziehungsweise dem zweiten Seitenoberflächenanschluß (13) elektrisch verbunden sind, und
wobei entweder die erste innere Elektrode (10) oder die zweite innere Elektrode (11) durch einen Durchkontaktierungslochleiter (16, 17), der die dielektrische Schicht (9) durchdringt, mit der Hauptoberflächenanschlußelektrode (14, 15) elektrisch verbunden ist.
2. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1, bei

dem die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode (12) und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode (13) auf jeder von zwei Seitenoberflächen (4, 6) angeordnet sind.

3. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1, bei dem die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode (12) und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode (13) auf jeder der vier Seitenflächen (4-7) angeordnet sind.

4. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode (12) und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode (13) auf jeder Seitenoberfläche (4-7) benachbart zueinander angeordnet sind.

5. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 4, bei dem die erste Seitenoberflächenanschlußelektrode (12) und die zweite Seitenoberflächenanschlußelektrode (13) entlang eines gesamten Rands des Kondensatorkörpers (8), der die vier Seitenoberflächen (4-7) umfaßt, benachbart zueinander angeordnet sind.

6. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Hauptoberflächenanschlußelektrode (14, 15) auf jeder der zwei Hauptoberflächen (2, 3) vorgesehen ist.

7. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Durchkontaktierungslochleiter (16, 17) einen Abschnitt aufweist, der die innere Elektrode (10, 11) derart durchdringt, daß der Durchkontaktierungslochleiter (16, 17) von der inneren Elektrode, die mit demselben nicht verbunden ist, elektrisch isoliert ist.

8. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Hauptoberflächenanschlußelektroden (14, 15) eine erste Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) und eine zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) aufweisen, die mit der ersten inneren Elektrode (10) beziehungsweise der zweiten inneren Elektrode (11) elektrisch verbunden sind.

9. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 8, bei dem die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) und die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) lediglich auf einer Hauptoberfläche (2) vorgesehen sind.

10. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 8, bei dem die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) und die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) auf jeder der zwei Hauptoberflächen (2, 3) vorgesehen sind.

11. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 9, bei dem bei jeder Hauptoberfläche (2, 3) die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) diejenige ist, die am nächsten zu der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) angeordnet ist, während die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) diejenige ist, die am nächsten zu der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) angeordnet ist.

12. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 8, bei dem die erste Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) auf einer Hauptoberfläche (2) angeordnet ist, während die zweite Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) auf der anderen Hauptoberfläche (3) angeordnet ist.

13. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12, bei dem die Durchkontaktierungslochleiter (16, 17) einen ersten Durchkontaktierungslochleiter (16), der die erste innere Elektrode (10) mit der ersten Hauptoberflächenanschlußelektrode (14) derart elektrisch verbindet, daß das erste Durchkontaktierungsloch von der zweiten inneren Elektrode (11)

elektrisch isoliert ist, und einen zweiten Durchkontaktierungslochleiter (17) aufweisen, der die zweite innere Elektrode (11) mit der zweiten Hauptoberflächenanschlußelektrode (15) derart elektrisch verbindet, daß das zweite Durchkontaktierungsloch von der ersten inneren Elektrode (10) elektrisch isoliert ist.

14. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die Seitenoberflächenanschlußelektroden eine Elektrode aufweisen, die über zwei benachbarte Seitenoberflächen gespreizt ist.

15. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die Hauptoberfläche im wesentlichen quadratisch ist.

16. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der Mehrschichtkondensator angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator eines Mikroverarbeitungseinheit-Chips bei einer Mikroverarbeitungseinheit zu definieren.

17. Verdrahtungsplatine (38) mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, der an derselben befestigt ist.

18. Verdrahtungsplatine (38) gemäß Anspruch 17, die einen Mikroverarbeitungseinheit-Chip (39) aufweist, der auf derselben befestigt ist.

19. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16.

20. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:

einem Kondensatorkörper (8) mit zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) und vier Seitenoberflächen (4, 5, 6, 7), die die zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) miteinander verbinden; einer Mehrzahl von dielektrischen Schichten (9), die in dem Kondensatorkörper (8) angeordnet sind, um sich im wesentlichen parallel zu den Hauptoberflächen (2, 3) zu erstrecken; und

einer Mehrzahl von Anschlußelektroden (12, 13) einer ersten und einer zweiten Polarität, die auf jeder der vier Seitenoberflächen (4-7) angeordnet sind, wobei zumindest eine Anschlußelektrode einer ersten Polarität und zumindest eine Anschlußelektrode einer zweiten Polarität auf zumindest einer der zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) vorgesehen sind.

21. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 20, bei dem eine Gesamtanzahl von Anschlußelektroden (12, 13) einer ersten und zweiten Polarität auf jeder der vier Seitenoberflächen (4-7) zumindest drei beträgt.

22. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 20, bei dem eine Gesamtanzahl von Anschlußelektroden (12, 13) einer ersten und zweiten Polarität auf jeder der vier Seitenoberflächen (4-7) zumindest vier beträgt.

23. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 22, bei dem entlang eines vollständigen Rands des Kondensatorkörpers (8), der die vier Seitenoberflächen (4-7) umfaßt, eine der Anschlußelektroden (12) einer ersten Polarität benachbart zu einer der Anschlußelektroden (13) einer zweiten Polarität angeordnet ist.

24. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 23, bei dem zumindest zwei der Anschlußelektroden (12) einer ersten Polarität und zumindest zwei der Anschlußelektroden (13) einer zweiten Polarität auf der zumindest einen der zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) vorgesehen sind.

25. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 24, bei dem die zumindest zwei der Anschlußelektroden (12, 13) einer ersten und zweiten Polarität derart abwechselnd

selnd angeordnet sind, daß entlang der zumindest einen der zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) eine der Anschlußelektroden (12) einer ersten Polarität benachbart zu einer der Anschlußelektroden (13) einer zweiten Polarität positioniert ist.

5

26. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 25, der ferner zumindest ein Paar einer ersten und zweiten inneren Elektrode (10, 11) aufweist, die in dem Kondensatorkörper (8) angeordnet sind und einander gegenüberliegen, wobei zwischen denselben eine der dielektrischen Schichten (9) angeordnet ist, und wobei dieselben mit den Anschlußelektroden (12, 13) einer ersten beziehungsweise zweiten Polarität elektrisch verbunden sind.

10

27. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 26, bei dem auf jeder der zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen (2, 3) zumindest eine Anschlußelektrode (12) einer ersten Polarität und zumindest eine Anschlußelektrode (13) einer zweiten Polarität vorgesehen sind.

15

20

28. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 27, bei dem zumindest eine der Elektroden (12, 13) einer ersten und einer zweiten Polarität über zwei benachbarte Seitenoberflächen gespreizt ist.

29. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 28, bei dem der Kondensatorkörper (8) im wesentlichen quadratisch ist.

25

30. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 29, wobei der Mehrschichtkondensator angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator eines Mikroverarbeitungseinheit-Chips bei einer Mikroverarbeitungseinheit zu definieren.

30

31. Verdrahtungsplatine (38) mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 30, der auf derselben befestigt ist.

35

32. Verdrahtungsplatine (38) gemäß Anspruch 31, die einen Mikroverarbeitungseinheit-Chip (36) aufweist, der auf derselben befestigt ist.

33. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 20 bis 30.

40

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

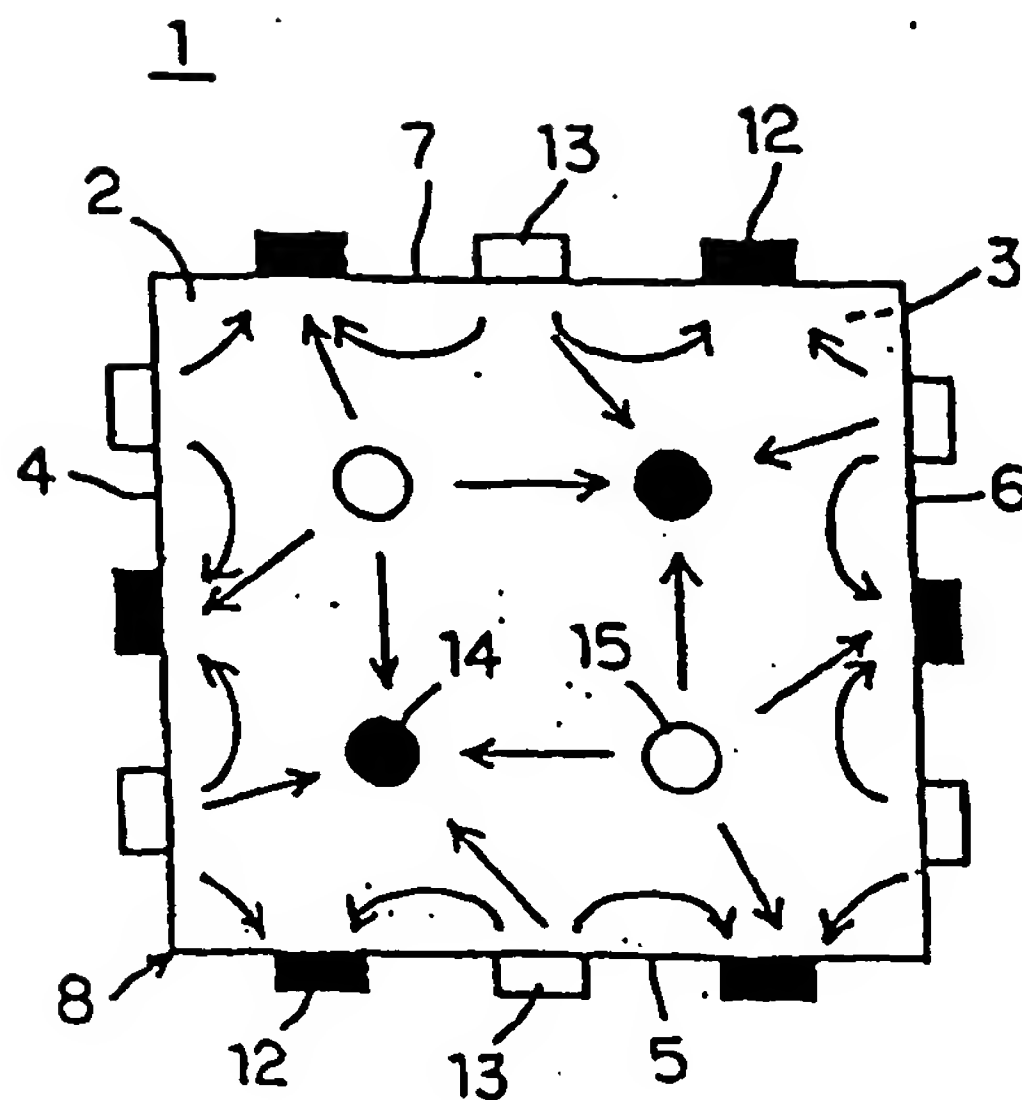


FIG. 2

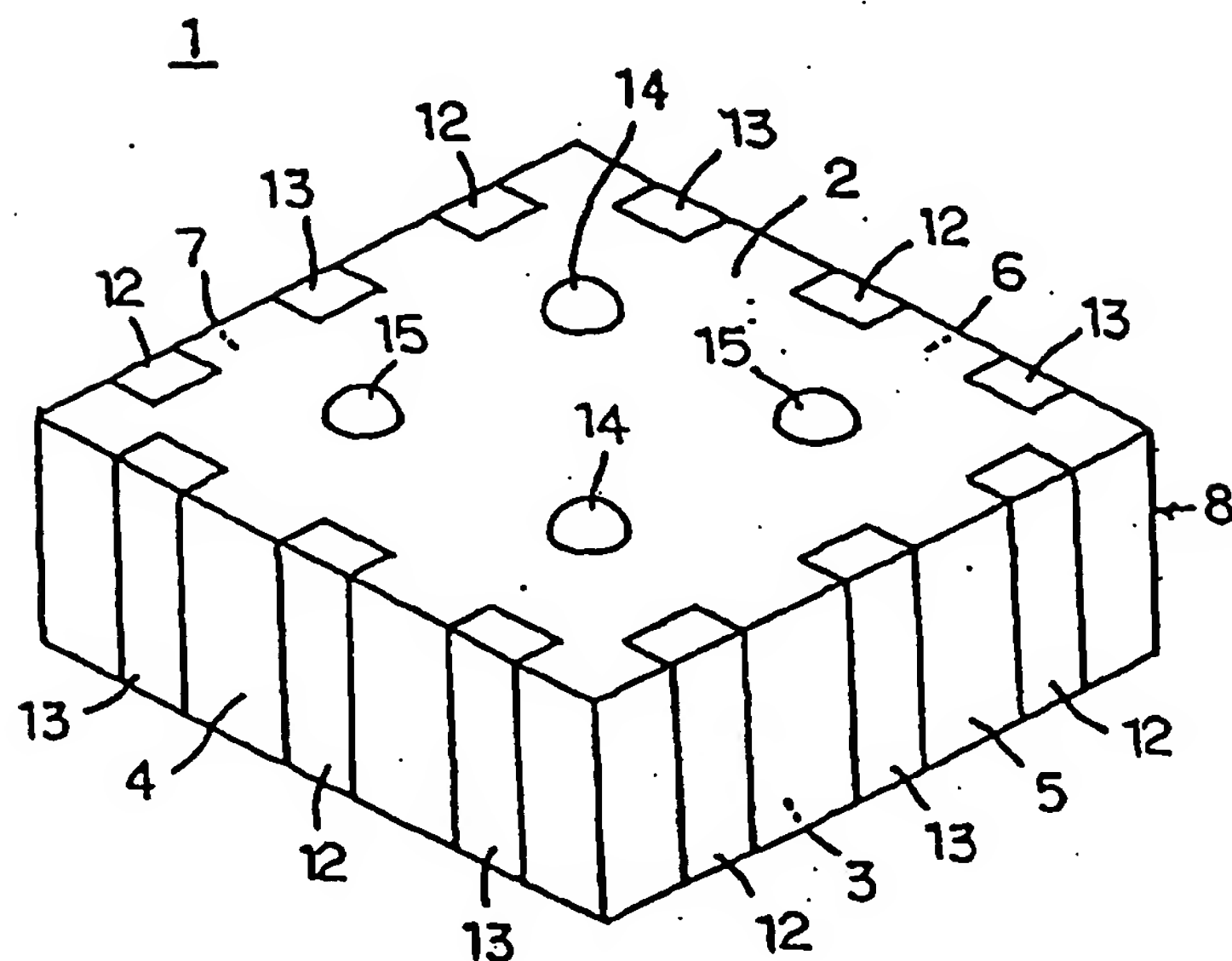


FIG. 3A

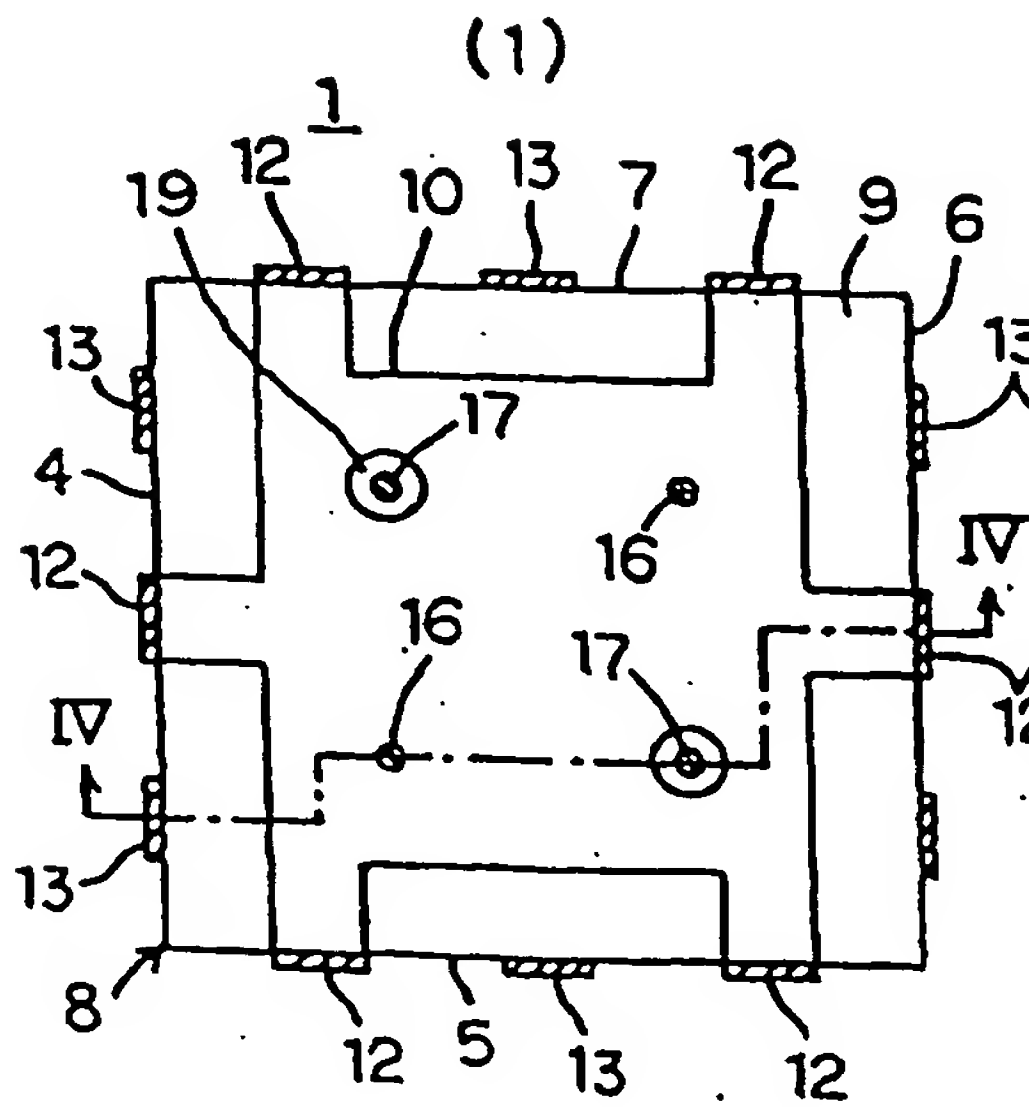


FIG. 3B

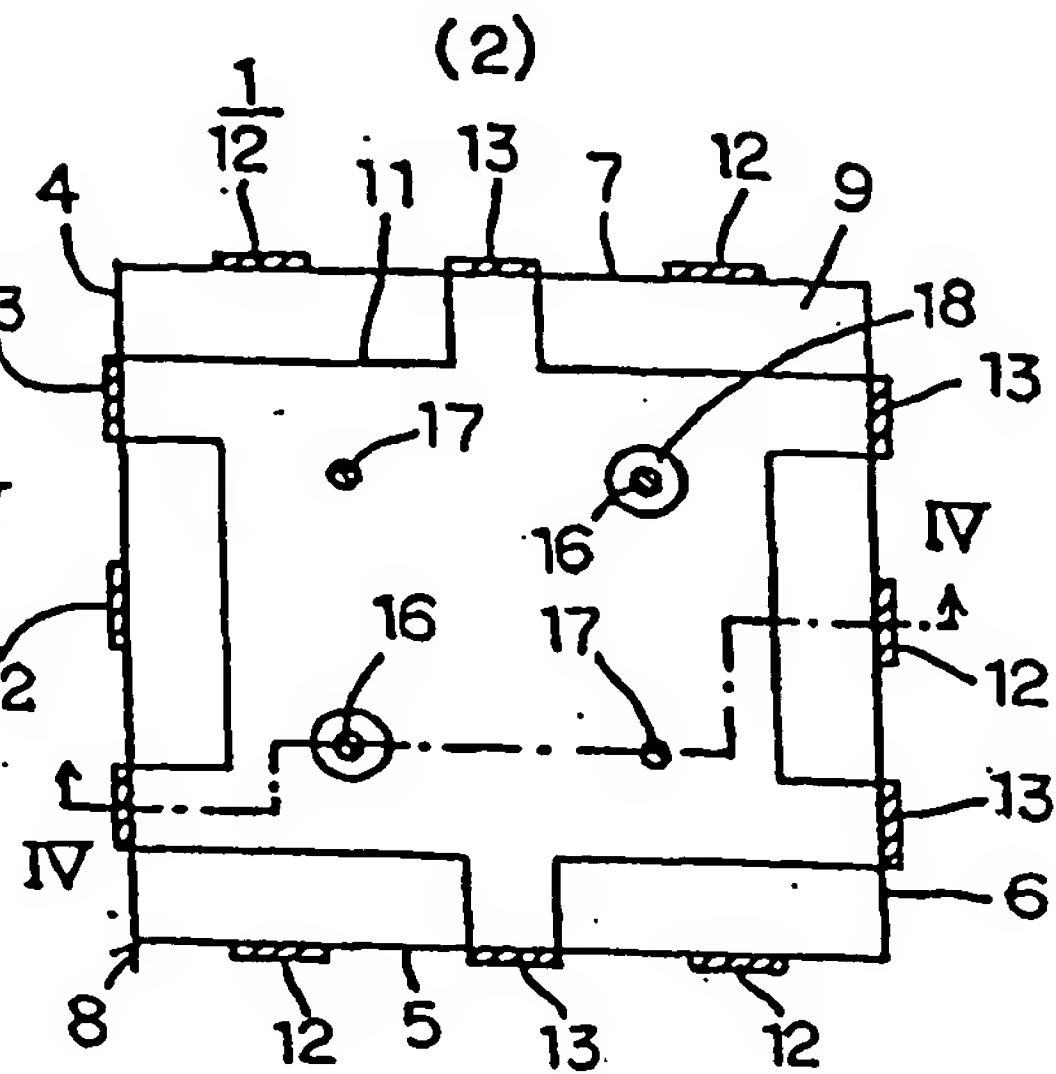


FIG. 4

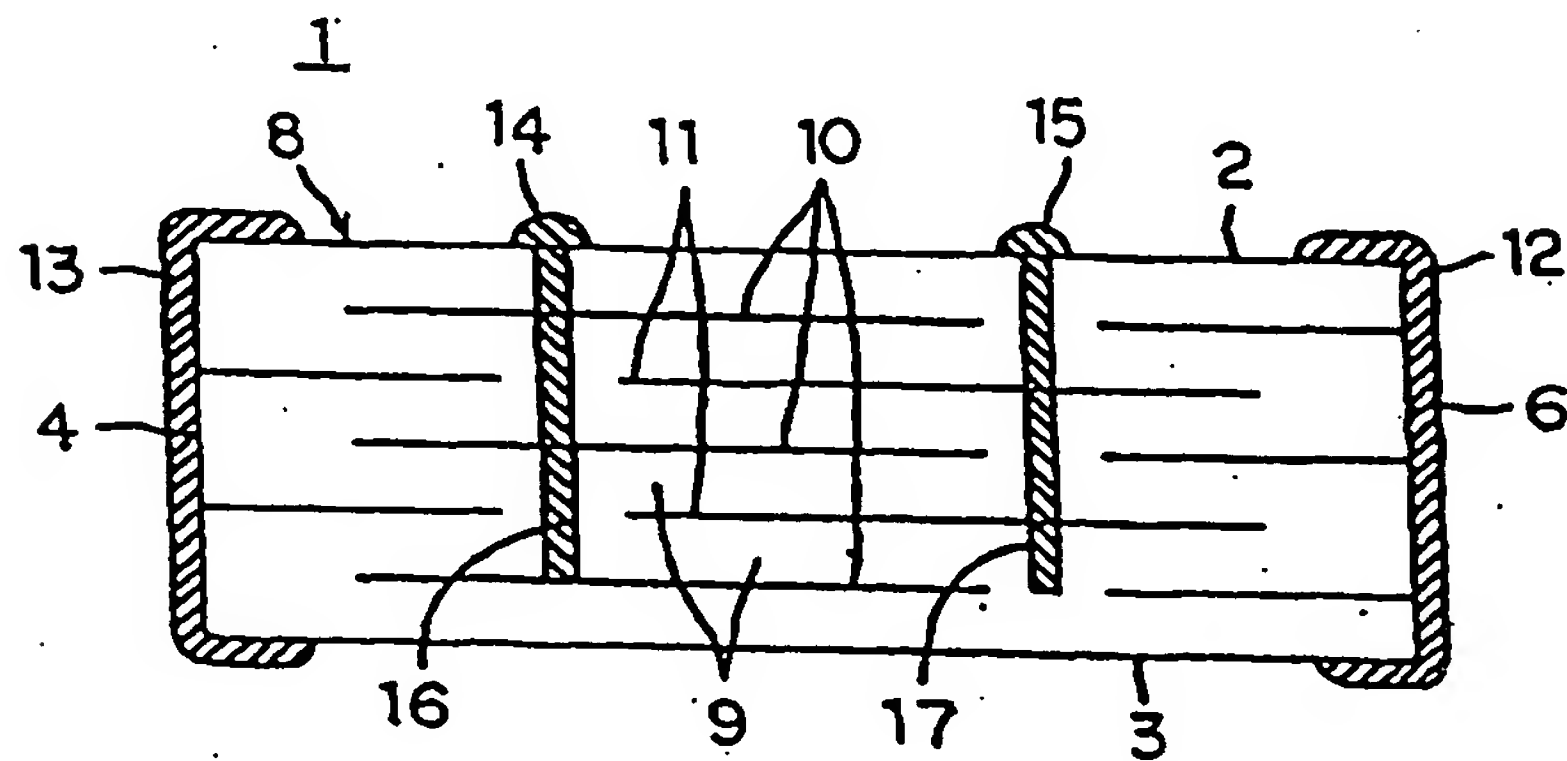


FIG. 8

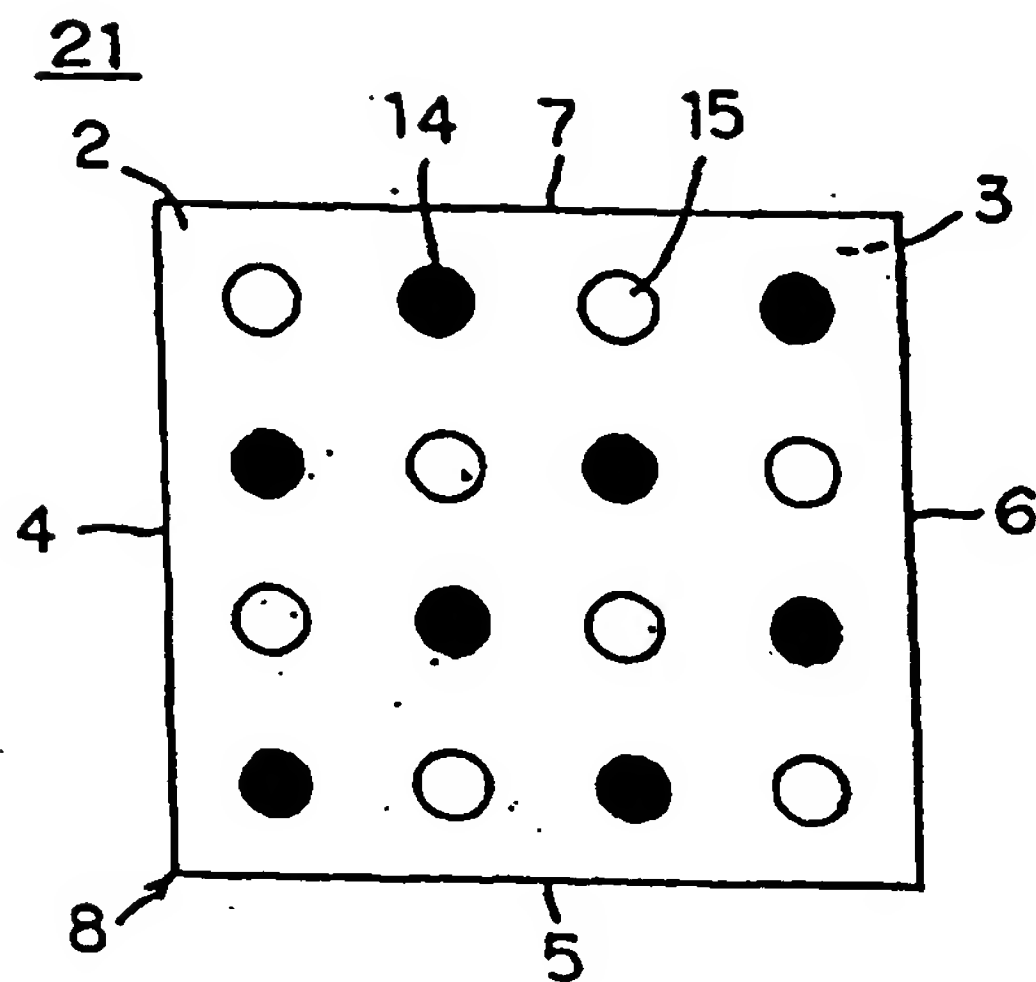


FIG. 9

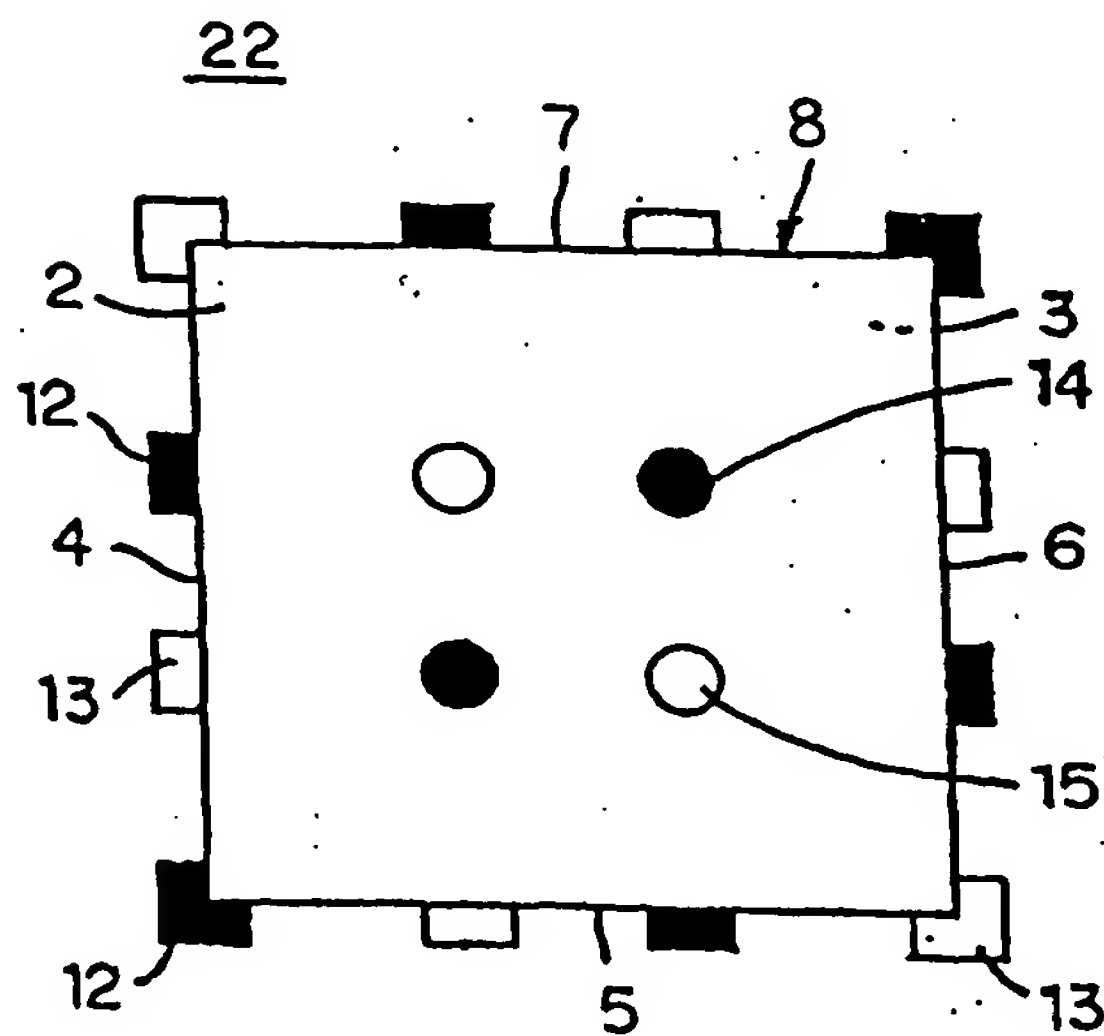


FIG. 10

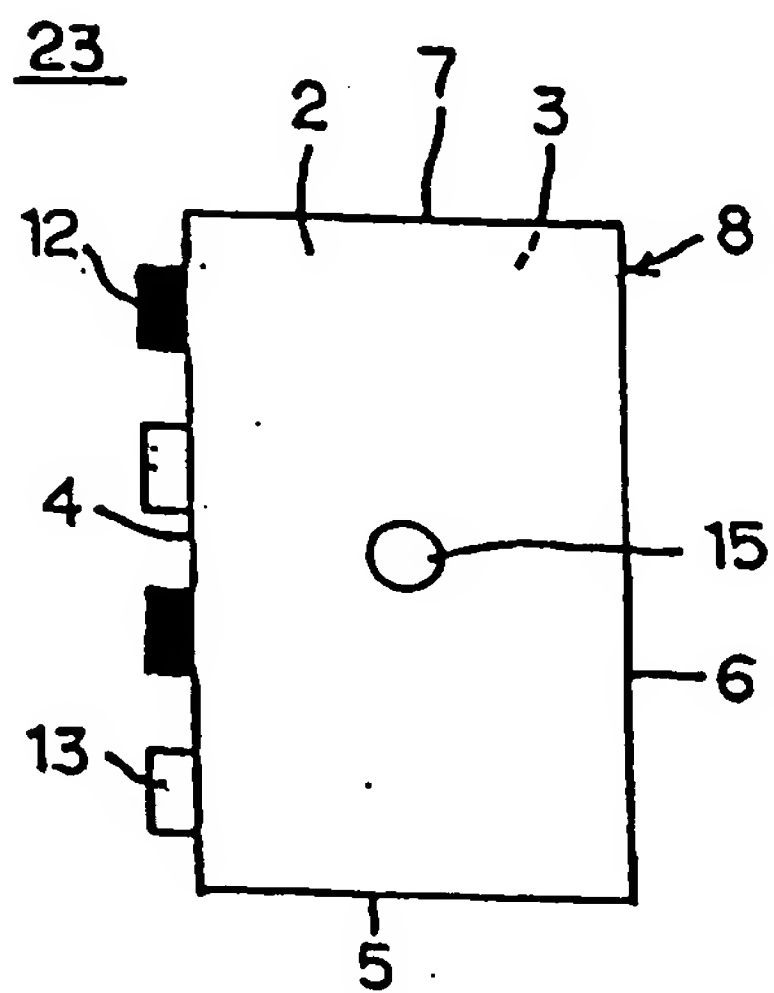


FIG. 11

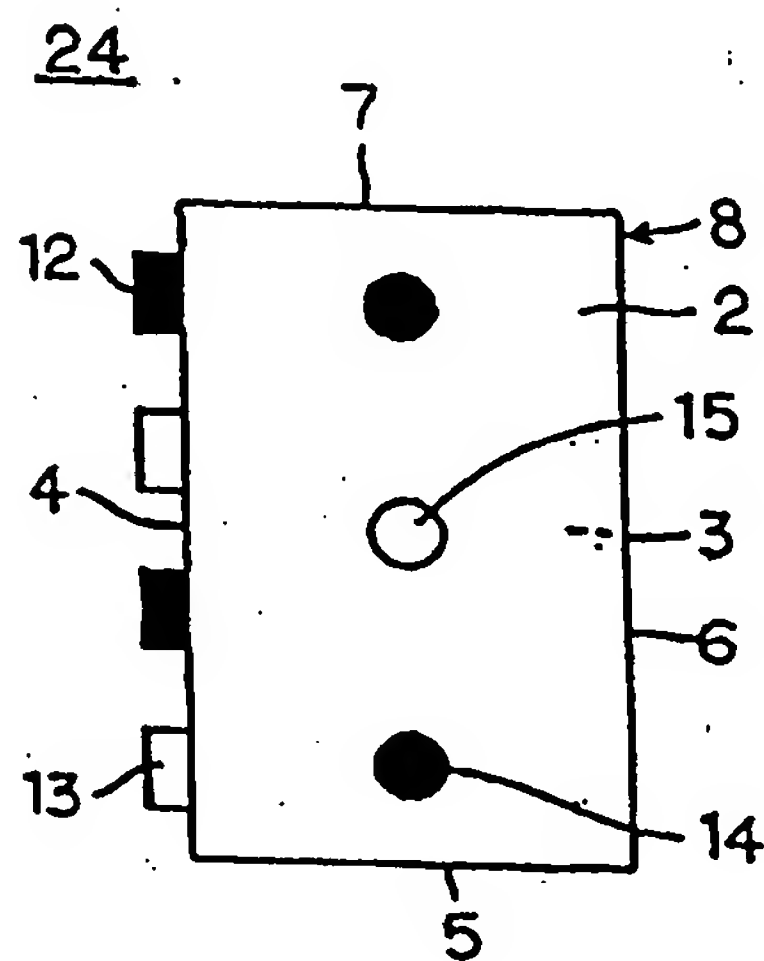


FIG. 12

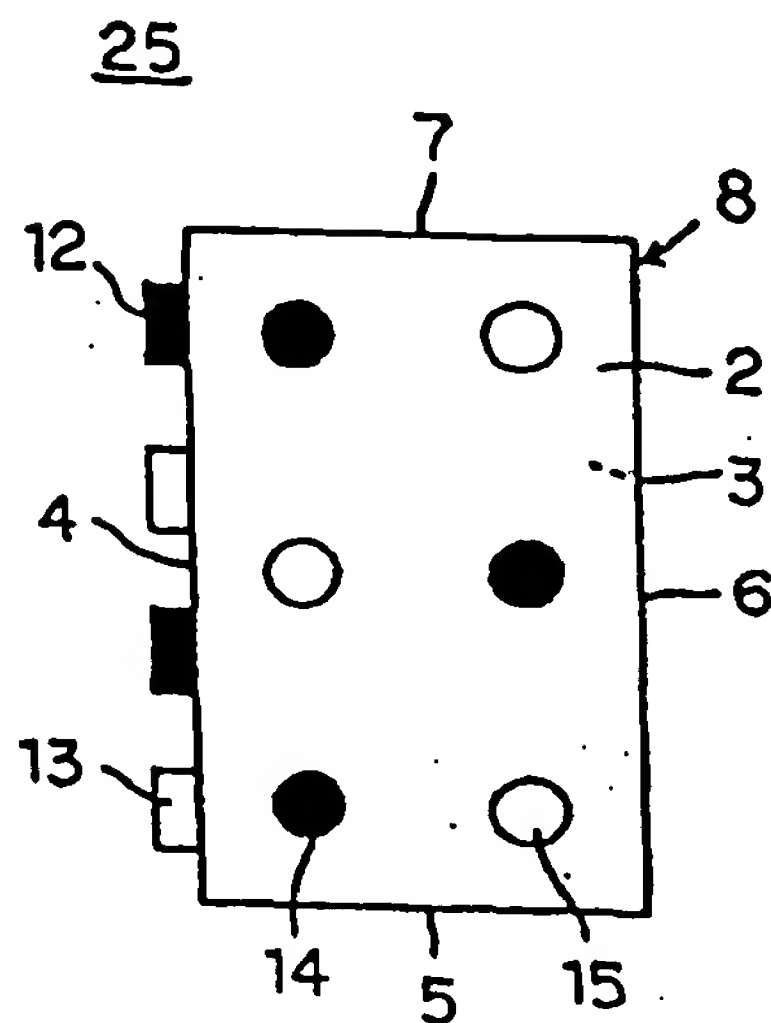
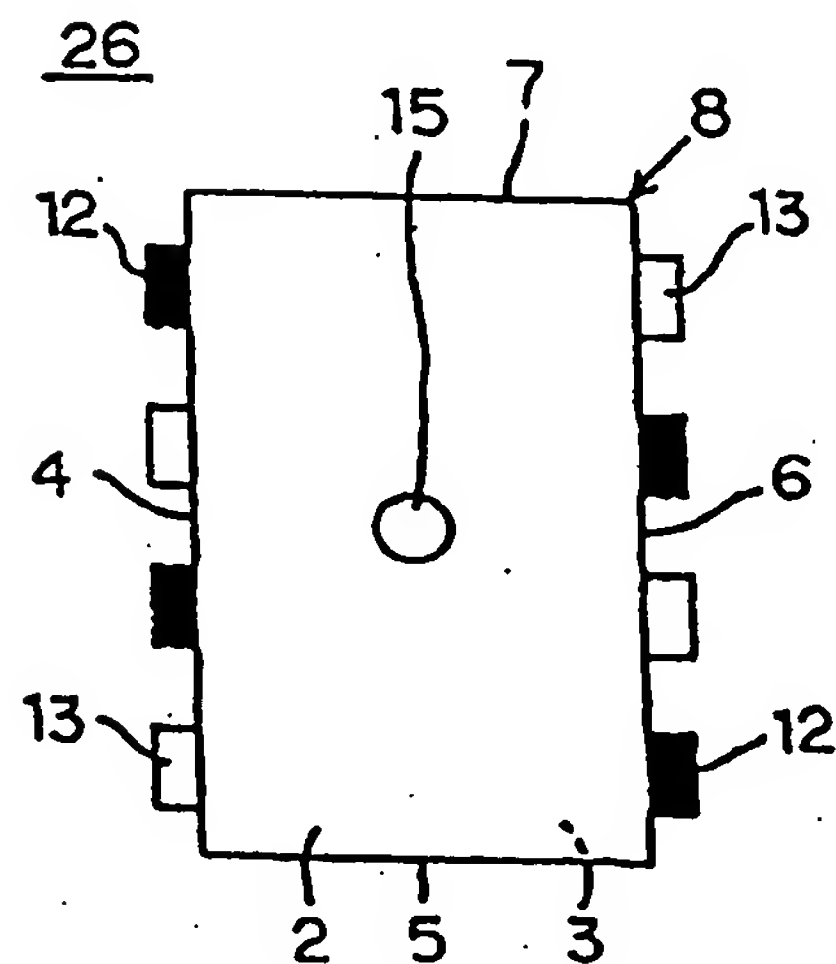


FIG. 13



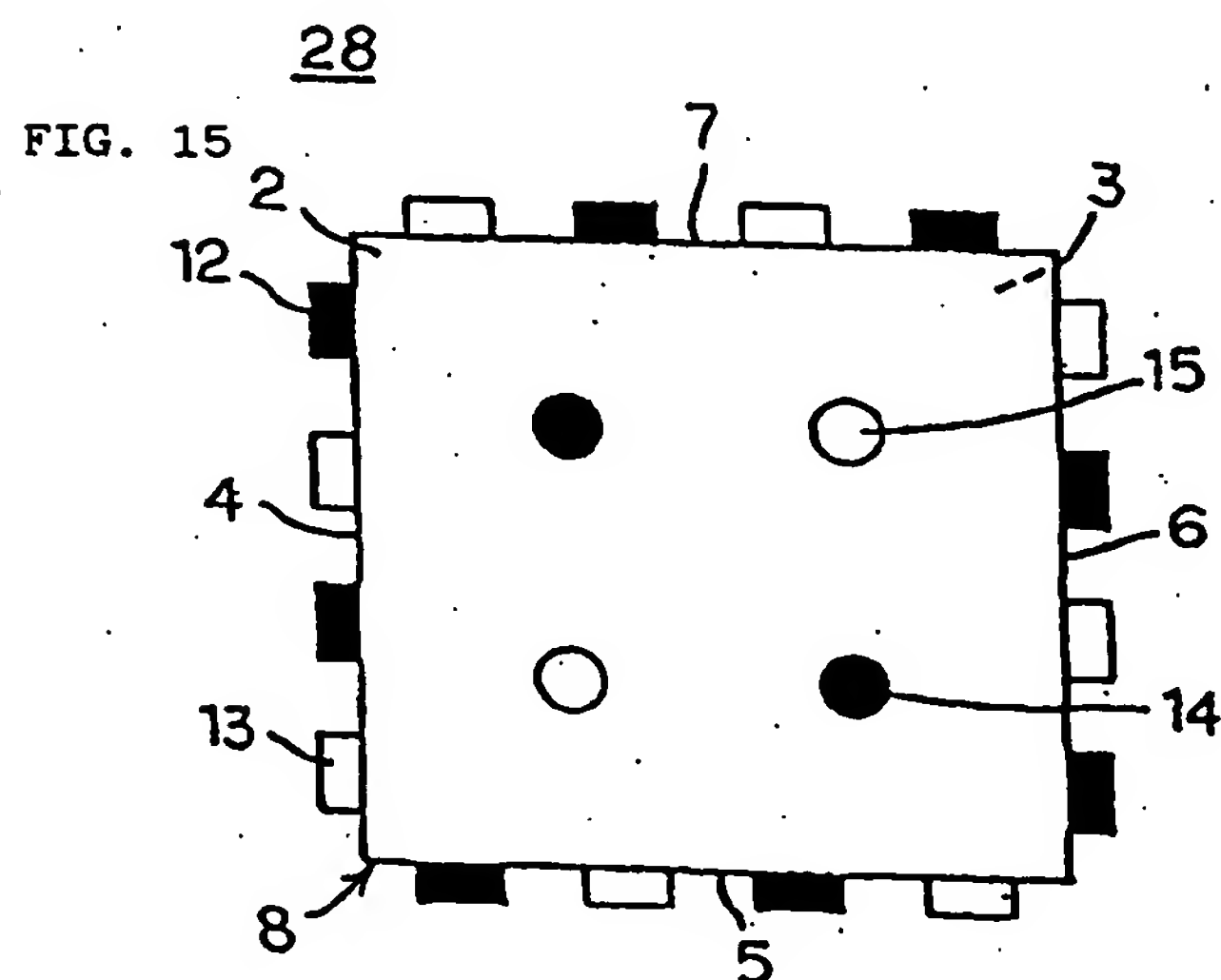
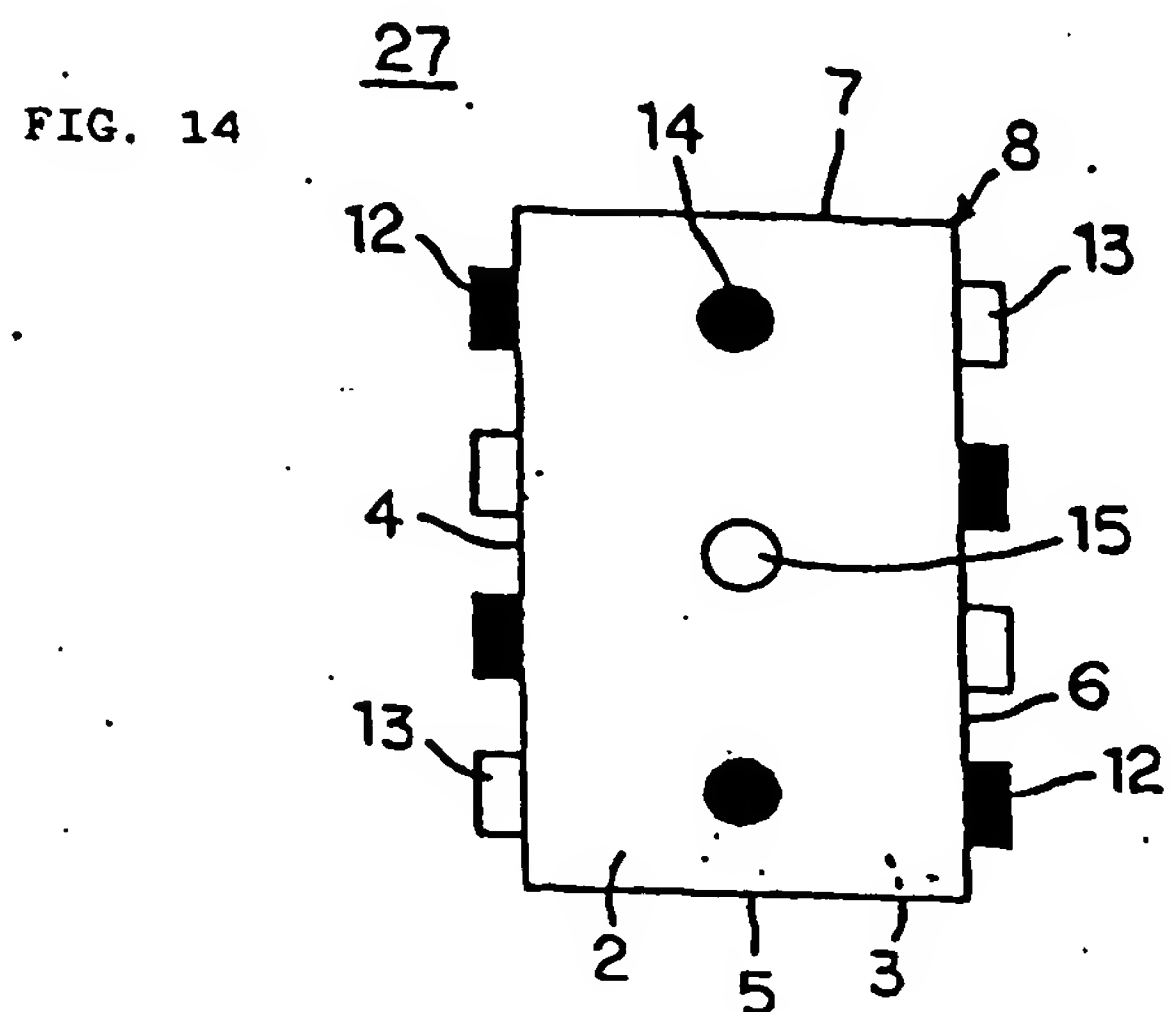


FIG. 16 29

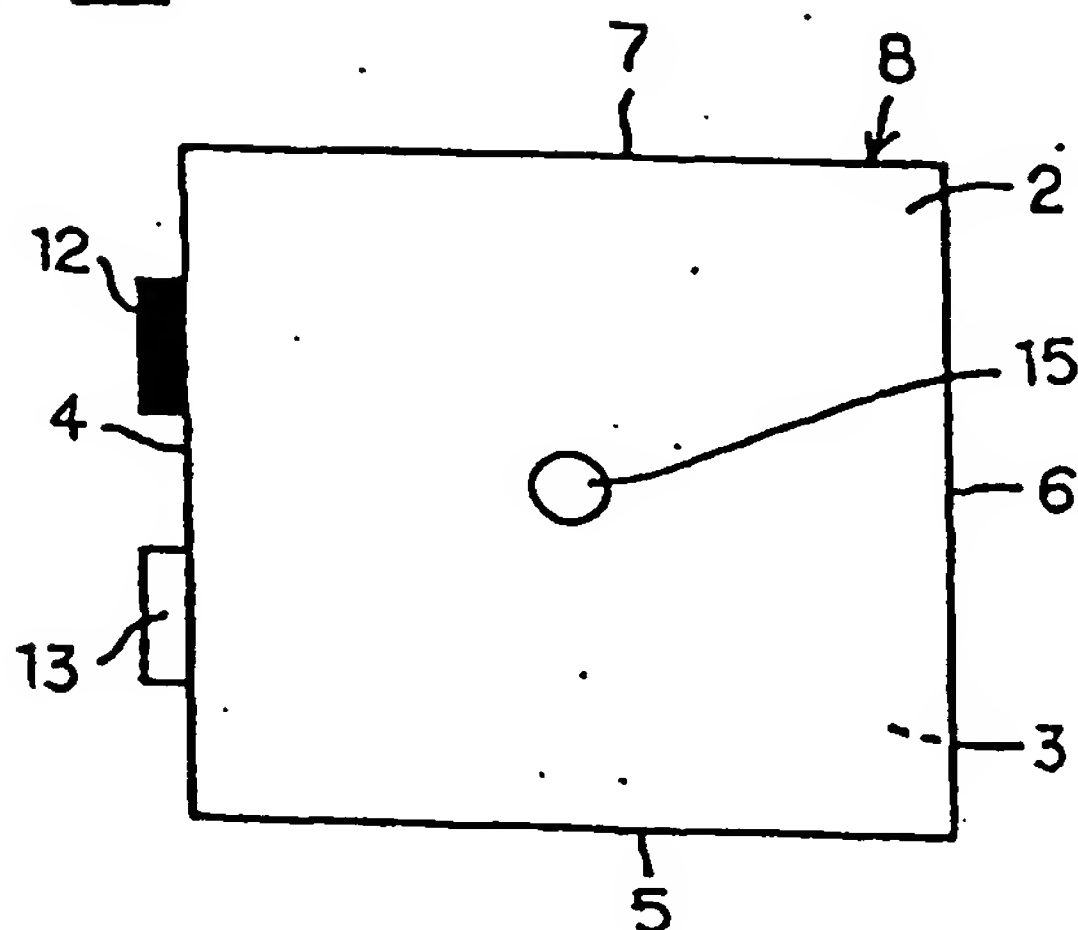


FIG. 17

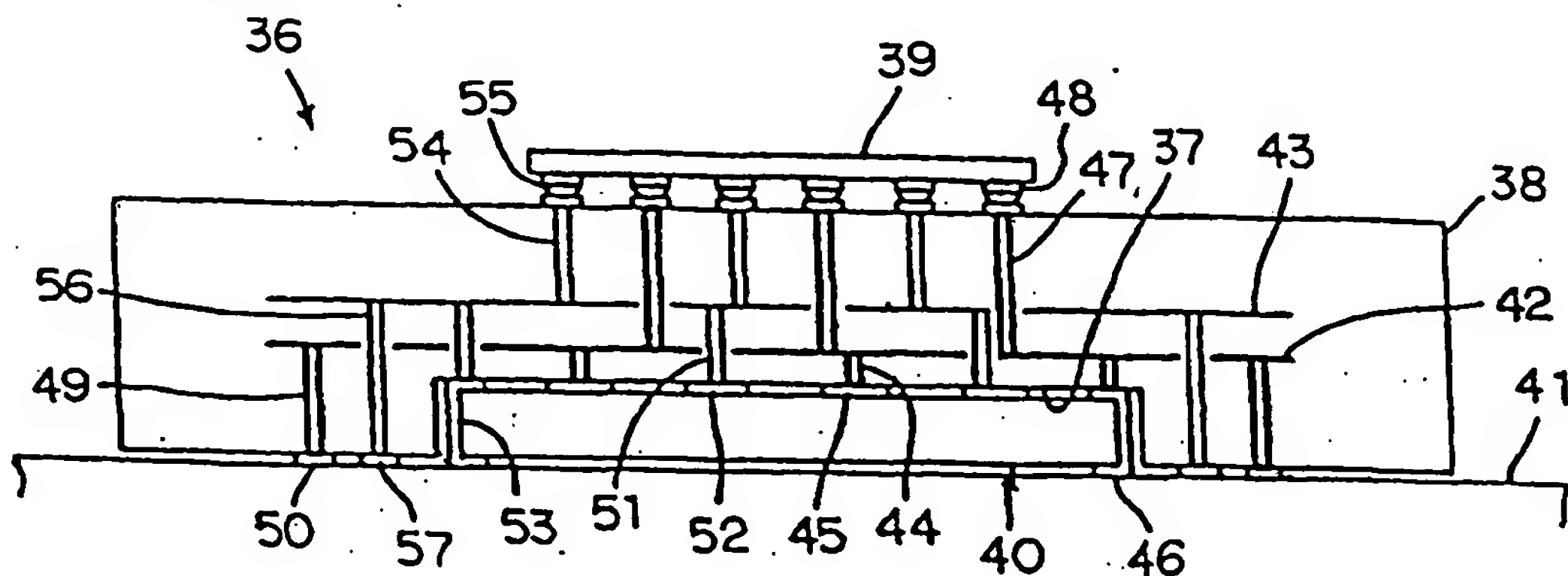


FIG. 18

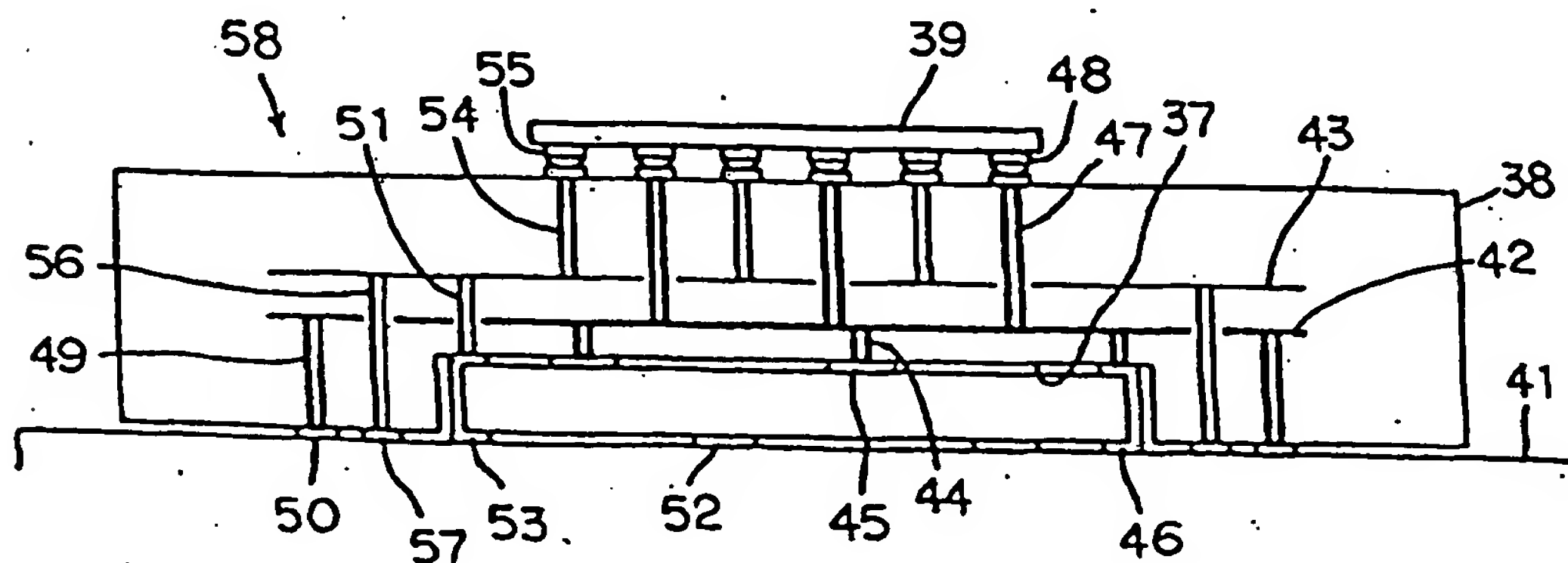


FIG. 19

